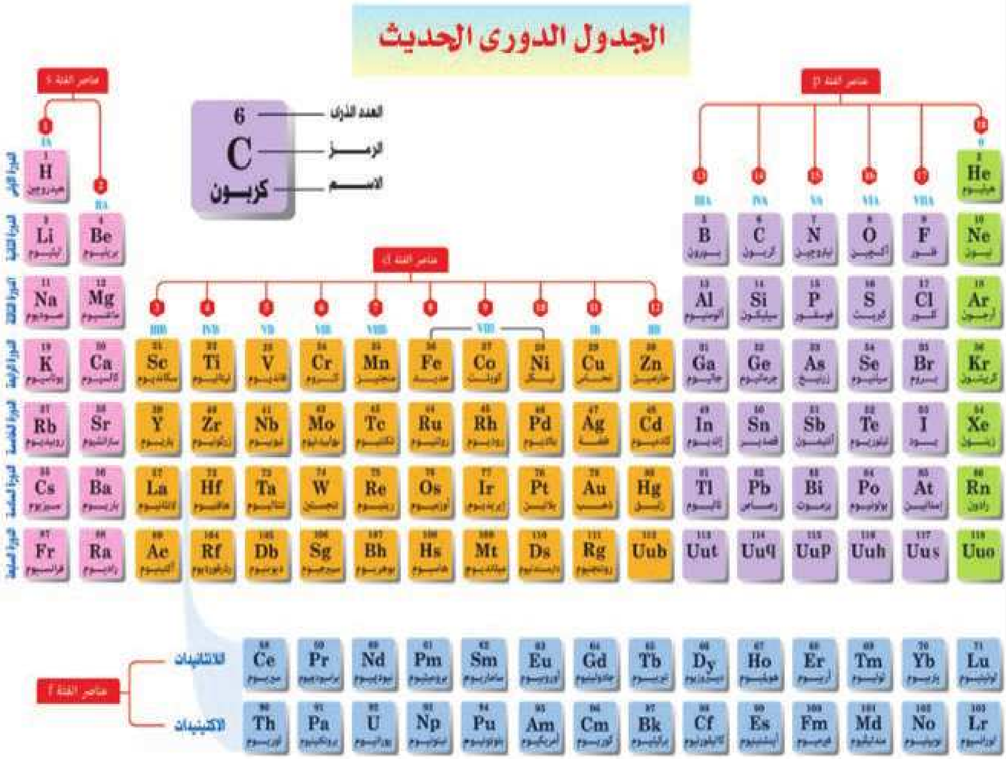


مفاهيم الكيمياء (عربي)

الصف الثالث الثانوي

الباب الأول
العناصر الانتقالية



الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى:

١- السكانديوم : يوجد بكميات صغيرة جدًا موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية وعند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم تتكون سبيكة، تمتاز بخفتها وشدة صلابتها، لذا تستخدم فى صناعة طائرات الميج المقاتلة. كما إنه يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق لإنتاج ضوء عالى الكفاءة، يشبه ضوء الشمس، لذا تستخدم هذه المصابيح فى التصوير التلفزيونى أثناء الليل.

٢- التيتانيوم : عنصر شديد الصلابة كالصلب Steel، ولكنه أقل منه كثافة، وتستخدم سبائكه مع الألومنيوم فى صناعة الطائرات والمركبات الفضائية لأنه يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة فى الوقت الذى تنخفض فيه متانة الألومنيوم، كما يستخدم فى عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية، لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم. ومن مركبات التيتانيوم الشائعة، ثانى أكسيد التيتانيوم (TiO_2) الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس، حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد.



(شكل ١-٢) يستخدم التيتانيوم فى عمليات زراعة الأسنان

٣- الفاناديوم : عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب، تتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التآكل لذا يستخدم فى صناعة زنبركات السيارات. ومن مركباته خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 الذى يستخدم كصبغة فى صناعة السيراميك والزجاج، وكعامل حفاز فى صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.

٤- الكروم : عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائى لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية. ويرجع سبب ذلك إلى تكون طبقة من الأكسيد على سطحه ويكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطى سطحًا غير مساميًا من طبقة الأكسيد تمنع استمرار تفاعل الكروم مع أكسجين الجو. ويستخدم الكروم فى طلاء المعادن ودباغة الجلود.

ومن مركبات الكروم الشائعة أكسيد الكروم (III) Cr_2O_3 الذى يستخدم فى عمل الأصباغ وثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ التى تستخدم كمادة مؤكسدة

٥- المنجنيز : لا يستخدم المنجنيز وهو فى حالته النقية لهشاشته الشديدة، لذا يستخدم دائمًا فى صورة سبائك أو مركبات. وتستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز فى صناعة خطوط السكك الحديدية، لأنها أصلب من الصلب وتستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز فى صناعة عبوات المشروبات الغازية Drinks Cans لمقاومتها للتآكل. ومن مركبات المنجنيز الهامة : ثانى أكسيد المنجنيز MnO_2 وهو عامل مؤكسد قوى ويستخدم فى صناعة العمود الجاف وبرمنجنات البوتاسيوم $(KMnO_4)$ كمادة مؤكسدة ومطهرة وكبريتات المنجنيز II $MnSO_4$ كمبيد للفطريات.

٦- الحديد : يستخدم فى الخرسانات المسلحة وأبراج الكهرباء والسكاكين ومواسير البنادق والمدافع والأدوات الجراحية، كما يستخدم كعامل حفاز فى صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر - بوش) وفى تحويل الغاز المائى (خليط من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون) إلى وقود سائل بطريقة (فيشر - تروبش).

٧- الكوبلت : يشبه الكوبلت الحديد فى أن كلاهما قابل للتمغنط ويستخدما فى صناعة المغناطيسات وكذلك فى البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة.

وللكوبلت اثنا عشر نظيرًا مشعًا أهمها الكوبلت 60 الذى تمتاز أشعة جاما الصادرة منه بقدرة عالية على النفاذ لذا يستخدم فى عمليات حفظ المواد الغذائية وفى التأكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات، ويستخدم فى الطب فى الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

٨- النيكل : يستخدم النيكل فى صناعة بطاريات النيكل - كادميوم القابلة لإعادة الشحن، تتميز سبائك النيكل مع الصلب بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض، وتستخدم سبائك النيكل والكروم فى ملفات التسخين والأفران الكهربية، لأنها تقاوم التآكل حتى وهى مسخنة لدرجة الاحمرار وتطلى معادن كثيرة بالنيكل ليحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلًا أفضل. كما يستخدم النيكل المجزأ فى عمليات هدرجة الزيوت.

٩- النحاس : يعتبر النحاس - تاريخيًا - أول فلز عرفه الإنسان وتعرف سبيكته مع القصدير باسم البرونز، والنحاس موصل جيد للكهرباء، لذا يستخدم فى صناعة الكابلات الكهربية وسبائك العملات المعدنية. ومن مركبات النحاس الشهيرة كبريتات النحاس II $(CuSO_4)$ الذى يستخدم كمبيد حشرى وكمبيد للفطريات فى عمليات تنقية مياه الشرب. ويستخدم محلول فهلنج - وهو من مركبات النحاس - فى الكشف عن سكر الجلوكوز، حيث يتحول من اللون الأزرق إلى اللون البرتقالى.

١٠- الخارصين : تتركز معظم استخدامات الخارصين فى جلفنة باقى الفلزات، لحمايتها من الصدأ. ومن مركبات الخارصين الشهيرة، أكسيد الخارصين ZnO الذى يدخل فى صناعة الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل ومركب كبريتيد الخارصين ZnS الذى يستخدم فى صناعة الطلاءات المضيئة وشاشات الأشعة السينية.

التركيب الإلكترونى وحالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

العنصر	المجموعة	التركيب الإلكترونى	حالات التأكسد	بعض المركبات
$_{21}Sc$	IIIB	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^1$	3	Sc_2O_3
$_{22}Ti$	IVB	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^2$	④, 3 , 2	TiO_2 , Ti_2O_3 , TiO
$_{23}V$	VB	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^3$	⑤, 4 , 3 , 2	V_2O_5 , VO_2 , V_2O_3 , VO
$_{24}Cr$	VIB	$[_{18}Ar]\ 4s^1\ 3d^5$	6 , ③, 2	CrO_3 , Cr_2O_3 , CrO
$_{25}Mn$	VIIB	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^5$	7 , 6 , ④, 3 , 2	MnO_2 , Mn_2O_3 , MnO, $KMnO_4$, K_2MnO_4
$_{26}Fe$	VIII	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^6$	6,③, 2	Fe_2O_3 , FeO
$_{27}Co$	VIII	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^7$	4 , 3 , ②	$[CoF_6]^{2-}$, $CoCl_3$, $CoCl_2$
$_{28}Ni$	VIII	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^8$	4 , 3 , ②	NiO_2 , Ni_2O_3 , NiO
$_{29}Cu$	IB	$[_{18}Ar]\ 4s^1\ 3d^{10}$	②, 1	CuO , Cu_2O
$_{30}Zn$	IIB	$[_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^{10}$	②	ZnO

الخواص العامة للعناصر الانتقالية

العنصر		الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة Å	الكثافة g/cm^3	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C
اسكانديوم	Sc	45.0	1.44	3.10	1397	3900
تيتـــانيوم	Ti	47.9	1.32	4.42	1680	3130
فـــاناديوم	V	51.0	1.22	6.07	1710	3530
كـــــروم	Cr	52.0	1.17	7.19	1890	2480
منجنيـــز	Mn	54.9	1.17	7.21	1247	2087
حـــديـد	Fe	55.9	1.16	7.87	1538	2800
كـــوبلت	Co	58.9	1.16	8.70	1490	3520
نيـــكل	Ni	58.7	1.15	8.90	1492	2800
نحـــاس	Cu	63.5	1.17	8.92	1083	2582

عدد إلكترونات (3d) فى الأيون	اللون	عدد إلكترونات (3d) فى الأيون	اللون
$(3d^0)\ Sc^{3+}_{(aq)}$	عديم اللون	$(3d^5)\ Fe^{3+}_{(aq)}$	أصفر
$(3d^1)\ Ti^{3+}_{(aq)}$	بنفسجي محمر	$(3d^6)\ Fe^{2+}_{(aq)}$	أخضر
$(3d^2)\ V^{3+}_{(aq)}$	أزرق	$(3d^7)\ Co^{2+}_{(aq)}$	أحمر
$(3d^3)\ Cr^{3+}_{(aq)}$	أخضر	$(3d^8)\ Ni^{2+}_{(aq)}$	أخضر
$(3d^4)\ Mn^{3+}_{(aq)}$	بنفسجي	$(3d^9)\ Cu^{2+}_{(aq)}$	أزرق
$(3d^5)\ Mn^{2+}_{(aq)}$	أحمر (وردى)	$(3d^{10})\ Zn^{2+}_{(aq)}\ Cu^{+}_{(aq)}$	عديم اللون

استخلاص الحديد من خاماته: أولاً تجهيز خامات الحديد: وذلك بغرض:

أ- تحسين الخواص الفيزيائية: *عمليات التكسير (بهدف الحصول على أحجام مناسبة للاختزال).

*التلبيد (تجميع الحبيبات الناتجة من التكسير وتنظيف غازات الأفران العالية لتصبح أكبر حجماً).

*التركيز (لفصل الشوائب باستخدام خاصية التوتر السطحي والفصل المغناطيسي والكهربي)

ب- تحسين الخواص الكيميائية: التحميص بغرض:

(أ) تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد فى الخام.

$$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

حديد 48.5%

$$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

حديد 69.6%

$$2Fe_2O_3.3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

حديد 48% ← → حديد 69.6%

(ب) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت و الفوسفور.

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} SO_{2(g)}$$

$$4P_{(s)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_{5(g)}$$

ثانياً اختزال خامات الحديد:

(أ) الاختزال بغاز أول أكسيد الكربون الناتج من فحم الكوك وتتم هذه العملية فى الفرن العالى

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$$

$$CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$$

$$3CO_{(g)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

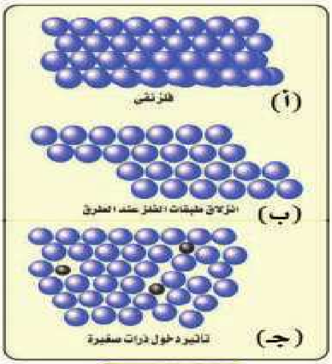
(ب) الاختزال بخليط غازى أول أكسيد الكربون والهيدروجين (الغاز المائى) الناتجين من الغاز الطبيعي (نسبة غاز الميثان CH_4 فيه 93%) وتتم هذه العملية في فرن مدركس.

$$2CH_{4(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$$

$$2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 4Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

السبائك:

١- السبائك البينية :



شكل (١-٥)

يتكون أى فلز نقى – كالحديد – من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوصة رصا محكما بينها مسافات بينية شكل (١-٥أ) وعند الطرق يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى شكل (١-٥ب) ولكن إذا أدخل فلز آخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقى فى المسافات البينية للشبكة البللورية للفلز الأصلى، فإن ذلك يعوق إنزلاق الطبقات (شكل ١-٥جـ) وهو مايزيد من صلابة الفلز بالإضافة إلى تأثر بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل : قابلية الطرق والسحب ودرجات الإنصهار والتوصيل الكهربى والخواص المغناطيسية.

ويعرف مثل هذا النوع من السبائك باسم السبائك البينية ومن أمثلتها سبيكة الحديد والكربون (الحديد الصلب)

٢- السبائك الاستبدالية :

فى هذا النوع من السبائك تستبدل بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز آخر له نفس القطر والشكل البلورى والخواص الكيميائية مثل سبيكة (الحديد والكروم) فى الصلب الذى لايصدأ وسبيكة (الذهب والنحاس)، وسبيكة (الحديد والنيكل).

٣- سبائك المركبات البينفلزية :

فى هذا النوع من السبائك تتحد العناصر المكونة للسبيكة اتحادا كيميائيا فتتكون مركبات كيميائية، لاتخضع صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ المعروفة، وهي مركبات صلبة تتكون من فلزات لا تقع فى مجموعة واحدة من الجدول الدورى، ومن أمثلتها سبيكتى (الألومنيوم – النيكل) و (الألومنيوم – النحاس) والمعروفتين بإسم الديور ألومين وسبيكة (الرصاص – الذهب) Au_2Pb والسيمنتيت Fe_3C .

خواص الحديد

1- تأثير الهواء

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_{4(s)}$$

2- فعل بخار الماء

$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

3- مع اللافلزات

$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$$

$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$

4- مع الأحماض

$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil.} FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$$3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{Conc} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(v)}$$

أكاسيد الحديد: 1- أكسيد الحديد II (تحضيره)

١- بتسخين أوكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء .



$$Fe \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

٢- باختزال الأكاسيد الأعلى بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون .

$$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400-700^{\circ}C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

$$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400-700^{\circ}C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

خواصه

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$$

$$FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

2- أكسيد الحديد III : (تحضيره)

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

$$2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow[200^{\circ}C]{\text{أعلى من}} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

خواصه

$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[Conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$$

3- الأكسيد الأسود (أكسيد الحديد المغناطيسى): (تحضيره)

$$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230-300^{\circ}C} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

خواصه

$$Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{Conc.} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(v)}$$

$$2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(s)}$$

الباب الثاني

مراجعة المفاهيم والقوانين التي سبق دراستها:

- **المول:** هو كمية المادة التي تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيغة أو إلكترونات).

$$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$$

يلزم 3 مول من الإلكترونات لاختزال 1 مول من أيونات Al^{3+} لتكوين 1 مول من ذرات Al.

- **الكتلة المولية (g) :** مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.

- **عدد المولات (mol)** = $\dfrac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}$

- **عـــدد الجـزيـئـات (أو الذرات أو الأيونات)** = **عدد مولات الجزيئات (أو الذرات أو الأيونات)** × **عدد أفوجادرو** 6.02×10^{23}

- **حجم الغاز (L)** = **عدد مولات الغاز (mol)** × 22.4 (L / mol) **(at STP)**

- **كثافة الغاز (g/L)** = $\dfrac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{22.4\ \text{(L/mol)}}$ **(at STP)**

- **التركيز المولارى (M)** = $\dfrac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$

- **النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (g / g %)** = $\dfrac{\text{كتلة العنصر فى مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$

- **النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية** = $\dfrac{\text{كتلة المركب فى العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}} \times 100$

أنواع التحاليل الكيميائية :

١- التحليل الوصفي (الكيفي): Qualitative Analysis

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحًا بسيطًا) أو مخلوطًا من عدة مواد.

٢- التحليل الكمي: Quantitative Analysis

يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.

ولابد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولًا للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كميًا.

الكشف عن الأنيونات والكاتيونات فى المركبات غير العضوية:

أولاً : الكشف عن الأنيونات (الشق الحمضى)

١- مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف :

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأنيون	رمزه	الغاز الناتج والكشف عنه	تجارب تأكيدية للأنيون
(١) الكربونات	CO_3^{2-}	$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ يحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق. $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{S.T} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)}$ يمرر الغاز لفترة قصيرة short time حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم فيختفى الراسب.	* محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك. $Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$ $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ ملحوظة : جميع كربونات الفلزات لا تذوب فى الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها فى الأحماض.
(٢) البيكربونات	HCO_3^-	$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق. ملحوظة جميع البيكربونات قابلة للذوبان فى الماء.	* محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكوّن راسب أبيض بعد التسخين. $2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$ $Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$
(٣) الكبريتيت	SO_3^{2-}	$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذى الرائحة النفاذة والذى يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز. $K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكوّن راسب أبيض يسود بالتسخين $Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$
(٤) الكبريتيد	S^{2-}	$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$ يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذى الرائحة الكريهة والذى يسوّد ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II). $(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكوّن راسب أسود من كبريتيد الفضة $Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$
(٥) الثيوكبريتات	$S_2O_3^{2-}$	$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.	* محلول الملح + محلول اليود ⟵ يزول لون اليود البنى. $2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$ (رباعى ثيونات الصوديوم)

(٦) النيتريت NO_2^-

$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$

$3HNO_{2(aq)} \longrightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$

يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون الذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر

$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$

* محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات.

$5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(\ell)}$

2- مجموعة حمض الكبريتيك المركز

*** التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين إذا لزم الأمر :**

(١) الكلوريد Cl^-

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذى يكون سحبًا بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.

$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$

$HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء – يذوب في محلول النشادر المركز.

$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

(٢) البروميد Br^-

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا.

$2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$

$2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصير داكنًا عند تعرضه للضوء ، ويذوب ببطء في محلول النشادر المركز.

$NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$

(٣) اليوديد I^-

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل منه أبخرة اليود تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زُرقة ورقة مبللة بمحلول النشا.

$2KI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$

$2HI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + I_{2(v)}$

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة ، لايذوب في محلول النشادر.

$NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$

(٤) النيترات NO_3^-

تتصاعد أبخرة من ثاني أكسيد النيتروجين نتيجة لتحلل حمض النيتريك المنفصل وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس.

$$2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(\ell)}$$

$$4HNO_{3(\ell)} \xrightarrow{\Delta} 2H_2O_{(\ell)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

$$4HNO_{3(\ell)} + Cu_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)} + 2NO_{2(g)}$$

* اختبار الحلقة البنية

محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل، تزول بالرج أو التسخين.

$$2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 3Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$$

$$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$$

مركب الحلقة البنية

3- مجموعة محلول كلوريد الباريوم

(١) الفوسفات PO_4^{3-}

* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

$$2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(aq)}$$

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كلٍ من محلول النشادر وحمض النيتريك

$$Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$$

(٢) الكبريتات SO_4^{2-}

* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

$$Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$$

* محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكوّن راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II)

$$Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$$

ثانيا : الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة

(المجموعة التحليلية الأولى) وتشمل كاتيونات كل من Ag^+, Hg^+, Pb^{2+} وتترسب في صورة كلوريدات باستخدام كاشف المجموعة وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(المجموعة التحليلية الثانية)

الكشف عن أيون النحاس (II) :

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة $(HCl + H_2S)$ يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن.

$$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$$

(المجموعة التحليلية الثالثة) التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الألومنيوم Al^{3+}	$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكونًا ميتا ألومينات الصوديوم. $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ $Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$
الحديد (II) Fe^{2+}	$FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$ يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويذوب في الأحماض.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II). $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$
الحديد (III) Fe^{3+}	$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$ يتكون راسب جيلاتيني لونه بني محمر يذوب في الأحماض.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III). $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

(المجموعة التحليلية الخامسة) التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الكالسيوم Ca^{2+}	$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضًا في الماء المحتوى على CO_2 $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	(١) محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم. $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$ (٢) الكشف الجاف : كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.

الجدول التالى يوضح بعض الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل

الدليل	اللون فى الوسط الحامضي	اللون فى الوسط القاعدي	اللون في الوسط المتعادل
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
الفينولفثالين	عديم اللون	أحمر (وردى)	عديم اللون
عباد الشمس	أحمر	أزرق	أرجواني
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	أخضر فاتح

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

حيث:

M_a : تركيز الحمض المستخدم.

V_a : حجم الحمض المستخدم.

n_a : عدد مولات الحمض

في معادلة التفاعل الموزونة.

M_b : تركيز القلوي المستخدم.

V_b : حجم القلوي المستخدم.

n_b : عدد مولات القلوي

في معادلة التفاعل الموزونة.

طريقة التطاير: تبنى هذه الطريقة على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره. وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

طريقة الترسيب: وتعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي شحيح الذوبان في الماء وذو تركيب كيميائي معروف وثابت. ويفصل هذا المركب بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد ويجفف، ومن كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب.

الباب الثالث (الاتزان الكيميائى)

النظام المتزن: هو نظام ساكن على المستوى المرئي ونظام ديناميكي على المستوى غير المرئي.

التفاعلات التامة: هي تفاعلات تسير في اتجاه واحد غالبا (الاتجاه الطردي تقريباً). حيث يصعب على المواد الناتجة التي تحتوي على غاز أو راسب أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل.

التفاعلات الانعكاسية: هي تفاعلات تسير في كلا الاتجاهين (الطردي والعكسي) وتكون فيها كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة باستمرار في حيز التفاعل عند الاتزان.

الاتزان الكيميائى فى التفاعلات الانعكاسية: هو نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تركيزات المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائماً طالما كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب) وما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة ٠

معدل التفاعل الكيميائى: تغير تركيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن.

العوامل التى تؤثر على معدل (سرعة) التفاعل الكيميائى:

1 - طبيعة المواد المتفاعلة
2 - تركيز المواد المتفاعلة
3 - درجة حرارة التفاعل
4 - الضغط
5 - العوامل الحفازة
6 - الضوء

قانون فعل الكتلة: "عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي تناسبا طرديا مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كل مرفوع لأس يساوى عدد مولات الجزيئات أو الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة).

حساب ثابت الاتزان K_c: يمكن إجراء التجربة التالية:

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

كلوريد حديد III — ثيوسيانات أمونيوم — ثيوسيانات الحديد III
أصفر باهت — **عديم اللون** — **أحمر دموي**

وعند الاتزان فإن: $r_1 = r_2$

$$\therefore \left(\frac{K_1}{K_2}\right) K_c \text{ (ثابت الاتزان)} = \frac{[Fe(SCN)_3]\,[NH_4Cl]^3}{[FeCl_3]\,[NH_4SCN]^3}$$

طاقة التنشيط: "هي الحد الأدنى من الطاقة التي يجب أن يمتلكها الجزئ لكي يبدأ التفاعل عند الاصطدام."

الجزيئات المنشطة: "هي الجزيئات التي لها طاقة حركية مساوية أو تفوق طاقة التنشيط"

حساب ثابت الاتزان K_P:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\text{Heat}}{\overset{\text{High Pressure and Cool}}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \qquad K_P = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{H_2})^3}$$

وكما هو الحال في K_C فإن قيمة K_p للتفاعل لا تتغير بتغير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة أو الناتجة في نفس درجة الحرارة ويكون الضغط الكلي للتفاعل هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته (والمرتبطة بعدد مولات كل غاز)

قاعدة لوشاتلييه: "إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان مثل التركيز، الضغط، درجة الحرارة فان النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير"

ويعرف العامل الحفاز بانه مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان.

تطبيق قانون فعل الكتلة على حالات الاتزان الأيوني: (أولاً: المحاليل الإلكتروليتية)

الجدول التالي يبين قيم ثابت التأين لبعض الأحماض الضعيفة:

اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	ثابت التأين (Ka)
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	1.7×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.7×10^{-4}
حمض النيتروز	HNO_2	5.1×10^{-4}
حمض الخليك (الأسيتيك)	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.4×10^{-7}
حمض البوريك	H_3BO_3	5.8×10^{-10}

وترتب الأحماض الضعيفة تنازلياً تبعاً لتناقص قوتها بدلالة ثابت تأينها (Ka).

التأين: هو عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات.

التأين التام: هو عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات، ويحدث في الإلكتروليتات القوية

التأين الضعيف: هو عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات ويحدث في الإلكتروليتات الضعيفة. وتوجد في المحلول باستمرار حالتان متعاكستان هما تفكك الجزيئات إلى أيونات واتحاد الأيونات لتكوين جزيئات فتنشأ حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المفككة.

الاتزان الأيوني: "ينشأ هذا النوع من الاتزان في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها والأيونات الناتجة عنها".

لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على الإلكتروليتات القوية لأنها تامة التأين. ولكن يطبق على الإلكتروليتات الضعيفة فقط. وقد تمكن استفالد من إيجاد العلاقة بين درجة التفكك أو التأين ∝ والتركيز C (mol/L) لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة من خلال القانون التالي:

$$\therefore K_a = \propto^2 \times C_a \qquad \qquad \therefore \propto = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

درجة التفكك = عدد المولات المتفككة / عدد المولات الكلية قبل التفكك

قانون أستفالد للتخفيف: (عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (∝) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة Ka ثابتة) . **أي كلما زاد التخفيف (قل التركيز) زادت درجة التفكك والعكس صحيح.**

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ للأحماض الضعيفة

$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a} \qquad \qquad \therefore K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيد $[OH^-]$ لقاعدة ضعيفة

$$\therefore [OH^-] = \sqrt{K_b \times C_b} \qquad \qquad \therefore K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b}$$

ثانياً تأين الماء: **الماء إلكتروليت ضعيف لذلك يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على تأين الماء**

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

الحاصل الأيوني للماء K_w "هو حاصل ضرب تركيزي أيوني H^+ , OH^- الناتجين من تأين الماء ويساوي 10^{-14}"

الماء متعادل التأثير على عباد الشمس (ليس له تأثير حمضي أو قلوي) فإن هذا يعنى أن:

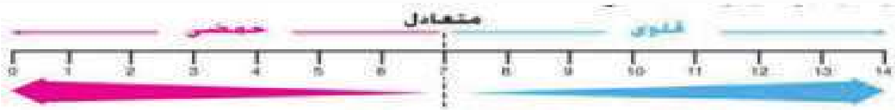
$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

الأس (الرقم) الهيدروجيني (pH) "أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القلوية للمحاليل بأرقام من صفر إلى 14"

هو اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين.

$$pH = -\log [H^+] \qquad \& \qquad pOH = -\log [OH^-]$$

$$pK_w = pH + pOH = 14$$



ويبين الجدول التالي الرقم الهيدروجيني لبعض المحاليل .

المــادة	الرقم الهيدروجيني
محلول 1mol/L حمض هيدروكلوريك	Zero
محلول 0.1mol/L حمض هيدروكلوريك	1
العصير المعدي	1.8 - 1.6
عصير الليمون	2.3
الخل	2.9
عصير البرتقال	3.5
عصير العنب	4.0
عصير الطماطم	4.2
القهوة	5.0
ماء المطر	6.2
اللبن	6.6 - 6.3
البول	7 - 5.5
الماء النقي	7
اللعاب	7.4 - 6.2
الدم	7.45 - 7.35
ماء البحر	8.4
العصارة المرارية	8.6 - 7.8
مستحلب الماغنيزيا	10.5
محلول 0.1mol/L من الأمونيا	11.0
صودا الغسيل	12.0
محلول 0.1mol/L هيدروكسيد صوديوم	13.0
محلول 1mol/L هيدروكسيد صوديوم	14.0

حامضي — متعادل — قلوي

(ثالثاً التحلل المائى للأملاح)

تجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- تأثير محلول Na_2CO_3	تزرق ورقة عباد الشمس	المحلول قاعدى
٢- تأثير محلول NH_4Cl	تحمر ورقة عباد الشمس	المحلول حمضى
٣- تأثير محلول CH_3COONH_4	لا تتأثر	المحلول متعادل
٤- تأثير محلول NaCl	لا تتأثر	المحلول متعادل

الأحماض القوية

حمض الهيدروكلوريك HCl ← كلوريد Cl^-

حمض النيتريك HNO_3 ← نترات NO_3^-

حمض الكبريتيك H_2SO_4 ← كبريتات SO_4^{2-}

القلويات القوية

هيدروكسيد بوتاسيوم KOH ← K^+

هيدروكسيد صوديوم NaOH ← Na^+

1- التحلل المائى لملح ناتج من حمض ضعيف وقاعدة قوية: كربونات الصوديوم Na_2CO_3

$$Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2Na^+ + CO_3^{2-}$$
$$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$$

$$Na_2CO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Na^+ + 2OH^- + H_2CO_3$$

2- التحلل المائى لملح ناتج من حمض قوي وقاعدة ضعيفة: كلوريد الأمونيوم NH_4Cl

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + H^+ + Cl^-$$

3- التحلل المائى لملح ناتج من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة:

$CH_3COO\ NH_4$ أسيتات الأمونيوم

$$CH_3COONH_4 \rightleftharpoons CH_3COO^- + NH_4^+$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$CH_3COONH_4 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_4OH$$

4- التحلل المائى لملح ناتج من حمض قوي وقاعدة قوية: كلوريد الصوديوم $NaCl$

$$NaCl \rightarrow Cl^- + Na^+$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$NaCl + H_2O \rightleftharpoons Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^-$$

مما سبق يمكن استنتاج: أن التميؤ هو عكس التعادل فعند ذوبان الملح في الماء ينتج الحمض والقلوي المشتق منهما الملح وتعتمد الخاصية الحامضية والقاعدية لمحلول الملح على قوة كل من الحمض والقلوي الناتجين من ذوبان الملح في الماء.

حاصل الاذابة: يعرف K_{sp} بحاصل الإذابة، (وحاصل الإذابة لأي مركب أيوني شحيح الذوبان)

"هو حاصل ضرب تركيز أيوناته مقدرة بالمول / لتر مرفوع كل منها لأس يساوي عدد مولات الأيونات والتي توجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع"

درجة الإذابة هي تركيز المحلول المشبع لملح شحيح الذوبان (مول / لتر)، فمثلاً ذوبانية نترات البوتاسيوم KNO_3 في الماء تساوي $31.6g/100g(H_2O)$ وذلك عند $20^\circ C$ بينما ذوبانية كلوريد الفضة $AgCl$ في الماء عند نفس درجة الحرارة هي $(0.0016g/100g(H_2O))$

$$PbBr_{2(aq)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)} \qquad K_{sp} = [Pb^{2+}][Br^-]^2$$

الباب الرابع (الكيمياء الكهربية)

مثال لرمز اصطلاحي لخلية جلفانية:

$$Zn^{0} \,|\, Zn^{2+}_{(xM)} \,||\, Cu^{2+}_{(xM)} \,|\, Cu^{0}$$

سلسلة الجهود الكهروكيميائية للعناصر . (الجدول للإطلاع فقط)

نصف الخلية (نصف التفاعل)	جهد التأكسد القياسي (فولت)	جهد الاختزال القياسي (فولت)
$Li \rightleftharpoons Li^{+} + e^{-}$ (أكسدة / اختزال)	+ 3.045	- 3.045
$K \rightleftharpoons K^{+} + e^{-}$	+ 2.924	- 2.924
$Na \rightleftharpoons Na^{+} + e^{-}$	+ 2.711	- 2.711
$Mg \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2e^{-}$	+ 2.375	- 2.375
$Al \rightleftharpoons Al^{3+} + 3e^{-}$	+ 1.670	- 1.670
$Mn \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2e^{-}$	+ 1.029	- 1.029
$Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.762	- 0.762
$Cr \rightleftharpoons Cr^{3+} + 3e^{-}$	+ 0.740	- 0.740
$Cr \rightleftharpoons Cr^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.557	- 0.557
$Cr^{2+} \rightleftharpoons Cr^{3+} + e^{-}$	+ 0.410	- 0.410
$Fe \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.409	- 0.409
$Cd \rightleftharpoons Cd^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.402	- 0.402
$Co \rightleftharpoons Co^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.280	- 0.280
$Ni \rightleftharpoons Ni^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.230	- 0.230-
$Pb \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2e^{-}$	+ 0.126	- 0.126
$H_2 \rightleftharpoons 2H^{+} + 2e^{-}$	Zero	Zero
$Sn^{2+} \rightleftharpoons Sn^{4+} + 2e^{-}$	- 0.150	+ 0.150
$Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2e^{-}$	- 0.340	+ 0.340
$4OH^{-} \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 + 4e^{-}$	- 0.401	+ 0.401
$Ag \rightleftharpoons Ag^{+} + e^{-}$	- 0.800	+ 0.800
$Pt \rightleftharpoons Pt^{2+} + 2e^{-}$	- 1.200	+ 1.200
$Au \rightleftharpoons Au^{3+} + 3e^{-}$	- 1.420	+ 1.420
$2F^{-} \rightleftharpoons F_2 + 2e^{-}$	- 2.87	+ 2.87

حساب القوة الدافعة الكهربية emf

فرق الجهد الكهربي = القوة الدافعة الكهربية (emf) (ق. د. ك)

= جهد أكسدة الآنود ـ جهد أكسدة الكاثود

أو = جهد إختزال الكاثود ـ جهد اختزال الآنود

أو = جهد أكسدة الآنود + جهد اختزال الكاثود

الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربية: أولاً: الخلايا الأولية

1- خلية الزئبق:

$$Zn^{0}_{(s)} + HgO_{(s)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + Hg^{0}_{(\ell)} \qquad E_{cell} = 1.35V$$

2- خلية الوقود:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} + Energy$$

تفاعل الأكسدة:

$2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 4H_2O_{(\ell)} + 4e^-$ $E^\circ = 0.83\ V$

تفاعل الإختزال:

$O_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$ $E^\circ = 0.4\ V$

التفاعلات الكلى:

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)}$ $E_{cell} = 1.23\ V$

ثانياً: الخلايـا الثانوية

1- بطارية الرصاص الحامضية (المركم الرصاصي) بطارية السيارة:

أ- تفاعل التفريغ

- **تفاعل الأنود (المصعد):** $Pb_{(s)} + SO^{2-}_{4(aq)} \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^-$ $E^0 = 0.36\ V$

جهد التأكسد القياسي لهذا التفاعل = 0.36 فولت

- **تفاعل الكاثود (المهبط):** $PbO_{2(s)} + 4H^+ + SO^{2-}_{4(aq)} + 2e^- \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)}$

جهد الاختزال القياسي لهذا التفاعل هو 1.69 فولت.

☆ **التفاعل الكلى للبطارية عند التفريغ:** نحصل عليه بجمع المعادلتين السابقتين

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} \xrightarrow{Discharge} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

القوة الدافعة الكهربية للخلية = 0.36 + 1.69 = 2.05 فولت تقريبا.

ب- تفاعل الشحن:

☆ **التفاعل الكلى للبطارية عند الشحن:**

$$2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{Charge} Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} + 4H^+_{(aq)}$$

☆ **التفاعل الكلى للبطارية:**

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO^{2-}_{4(aq)} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

2- بطارية أيون الليثيوم:

☆ **تحدث التفاعلات التالية أثناء تشغيل البطارية:**

تفاعل الآنود: $LiC_{6(s)} \longrightarrow C_{6(s)} + Li^+_{(aq)} + e^-$

تفاعل الكاثود: $CoO_{2(s)} + Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow LiCoO_{2(s)}$

التفاعل الكلي: $LiC_{6(s)} + CoO_{2(s)} \underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تفريغ}}{\rightleftharpoons}} C_{6(s)} + LiCoO_{2(s)}$

$E_{cell} = 3\ V$

تآكل المعادن

تفسير ميكانيكية تآكل الحديد والصلب كما يلي:

الآنود هو قطعة الحديد **ويتم التأكسد تبعًا للمعادلة:**

$$2Fe_{(s)} \longrightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + 4e^{-} \quad ..... \quad (1)$$

الكاثود تمثله شوائب الكربون الموجودة في الحديد أي أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الآنود والدائرة الخارجية.

يتم عند الكاثود اختزال أكسجين الهواء إلى مجموعة الهيدروكسيل (OH^{-}).

$$2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)} + 4e^{-} \longrightarrow 4(OH)^{-}_{(aq)} \quad ..... \quad (2)$$

تتحد أيونات الحديد (Fe^{2+}) مع أيونات الهيدروكسيد (OH^{-}) مكونة هيدروكسيد الحديد II.

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 4(OH)^{-}_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{2(s)} \quad ..... \quad (3)$$

يتأكسد هيدروكسيد الحديدII بواسطة الأكسجين الذائب في الماء إلى هيدروكسيد الحديدIII .

$$2Fe(OH)_{2(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)} \quad ..... \quad (4)$$

وبجمع المعادلات السابقة تنتج المعادلة الكلية لتفاعل خلية تآكل الحديد.

$$2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(\ell)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

والصدأ عملية بطيئة لان الماء يحتوي على كميات محدودة من الأيونات، ويتم الصدأ بأكثر سرعة إذا احتوى الماء على كميات أكبر من الأيونات، كما في ماء البحار.

وفيما يلي بعض طرق حماية الحديد من الصدأ بتغطيته بمادة أخرى لعزله عن الوسط المحيط به

أ – الحماية الكاثودية (الغطاء الكاثودى): يقصد بها تغطية فلز بفلز آخر أقل منه نشاطاً

ب – الحماية الآنودية (الغطاء الانودى): يقصد بها تغطية فلز بفلز آخر أكثر منه نشاطاً

ثانيا : الخلايا الإلكتروليتية

التحليل الكهربي: هو التحلل الكيميائي للمحلول الإلكتروليتي بفعل مرور التيار الكهربي به

قوانين فاراداي للتحليل الكهربي:

القانون الاول لفاراداي: "تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أي قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسبا طرديا مع كمية الكهرباء التي تمر في المحلول أو المصهور الإلكتروليتي"

القانون الثاني لفاراداي: "كميات المواد المختلفة أو المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء في عدة إلكتروليتات متصلة على التوالي تتناسب مع كتلتها المكافئة"

ويعبر عن القانون الثاني لفاراداي رياضيا بالعلاقة التالية:

$$\frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثاني}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثاني}}$$

وتعرف **الكتلة المكافئة الجرامية** بأنها كتلة المادة التي لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات ايون العنصر } (Z)}$$

كمية الكهرباء = شدة التيار x زمن المرور ($1C = 1A \times 1s$)

الفاراداي:

عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها كولوم واحد 1C في محلول أيونات فضه يتم ترسيب 1.118 mg من الفضة (أي 0.001118 g)

القانون العام للتحليل الكهربي

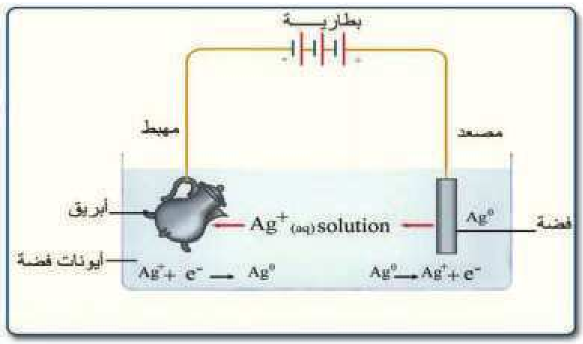
عند إمرار واحد فاراداي (1F) = (96500 C) خلال الإلكتروليت فان ذلك يؤدى الى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب.

وعموما فإن كتلة المادة المترسبة يمكن حسابها بالعلاقة التالية:

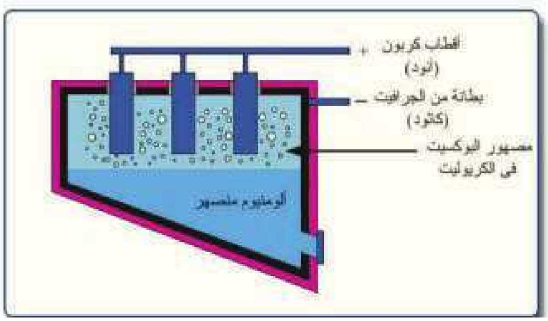
$$\text{كتلة المادة المترسبة (بالجرام)} = \frac{\text{شدة التيار } (A) \; X \; (S) \text{ الزمن } X \text{ الكتلة المكافئة للمادة المترسبة}}{96500}$$

كمية الكهربية التي ترسب ذرة جرامية [جم / ذرة] = فاراداي (F) × التكافؤ (Z)

تطبيقات التحليل الكهربي: 1 – الطلاء بالكهرباء



2 – استخلاص الألومنيوم



في هذه الخلية يكون المهبط (الكاثود) هو جسم الخلية المصنوع من الحديد والمبطن بطبقة من الكربون (جرافيت) بينما يكون المصعد (الانود) عبارة عن اسطوانات من الكربون (جرافيت). وعند مرور التيار الكهربي بين قطبي الخلية يحدث تفاعل أكسدة واختزال:

عند الكاثود (المهبط) $2Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Al_{(\ell)}$

عند الآنود (المصعد) $3O^{-2} \longrightarrow 3/2\ O_2 + 6e^-$

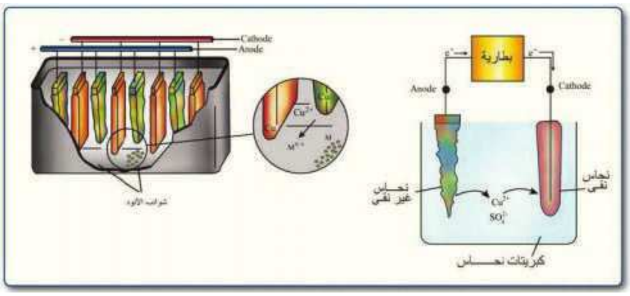
التفاعل الكلى هـو $2Al^{3+} + 3O^{-2} \longrightarrow 2Al_{(\ell)} + 3/2O_{2(g)}$

ثم يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الكربون مكونا غازات أول وثاني أكسيد الكربون لذلك يتم تغيير سيقان الكربون من أن إلى آخر

$$3/2O_{2(g)} + 2C_{(s)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

ثم يسحب الألومنيوم من الخلية من خلال فتحة خاصة بذلك

3 – تنقية المعادن



عند الآنود: $Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

عند الكاثود: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

أما الشوائب

$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

$Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

وتظل هذه الأيونات في المحلول بينما يتساقط كل من الذهب والفضة أسفل الآنود

الباب الخامس (الكيمياء العضوية)

نظرية القوى الحيوية : Vital Force

أعتبر برزيليوس أن المركبات العضوية هي المركبات التي تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضير هذه المركبات في المختبرات.

في عام 1828 وجه العالم الألماني فوهلر ضربة قاضية لنظرية القوى الحيوية حيث تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) (وهو مركب عضوي يتكون في بول الثدييات) في المختبر وذلك من تسخين محلول مائي لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة

$$NH_4Cl_{(aq)} + AgCNO_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(S)} + NH_4CNO_{(aq)}$$

$$NH_4CNO_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} H_2N - CO - NH_{2(s)}$$

سيانات الألمونيوم   يوريا

ما سبب وفرة المركبات العضوية؟

ترجع وفرة المركبات العضوية إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط مع نفسها أو مع غيرها بطرق عديدة. فقد ترتبط بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية ـ أو قد ترتبط ذرات الكربون مع بعضها بطرق مختلفة إما على هيئة سلاسل مستمرة أو سلاسل متفرعة أو حلقات متجانسة أو غير متجانسة.

الفرق بين المركبات العضوية وغير العضوية:

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
1- التركيب الكيميائي	يشترط أن تحتوي على عنصر الكربون	قد تحتوي الكربون بالإضافة لعناصر أخرى.
2- الذوبان	لا تذوب في الماء غالبا – وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين.	تذوب غالبا في الماء
3- درجة الانصهار	منخفضة	مرتفعة
4- درجة الغليان	منخفضة	مرتفعة
5- الرائحة	لها روائح مميزة غالبا	عديمة الرائحة غالبا
6- الاشتعال	تشتعل وينتج دائما H_2O, CO_2	غير قابلة للاشتعال غالبا وإذا اشتعل بعضها تنتج غازات أخرى
7- انواع الروابط في الجزئ	روابط تساهمية	روابط ايونية وتساهمية
8- التوصيل الكهربي	مواد غير الكتروليتية لا توصل التيار الكهربي لعدم قدرتها على التأين	مواد الكتروليتية توصل التيار الكهربي غالبا نظرا لقدرتها على التأين
9- سرعة التفاعلات	بطيئة لانها تتم بين جزيئات	سريعة لأنها تتم بين أيونات
10- البلمرة او التجمع	تميز بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالبا
11- المشابهة الجزيئية (الايزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات	لا توجد غالبا بين جزيئات مركباتها هذه الخاصية

الصيغة الجزيئية:

هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب فقط ولا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها في الجزئ

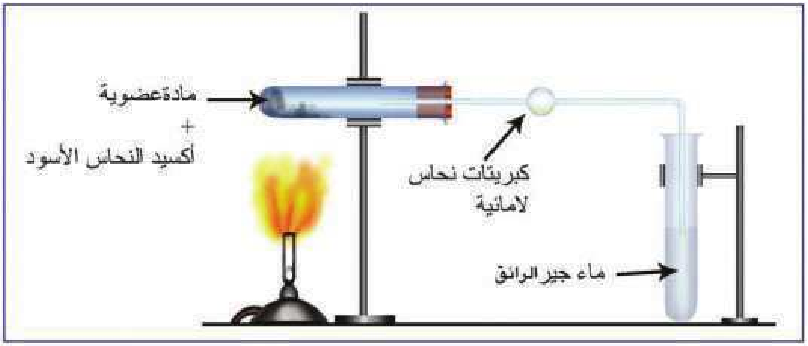
الصيغة البنائية:

هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في الجزيء وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية.

المشابهة الجزيئية (التشكل) : Isomerism :

هي ظاهرة وجود عدة مركبات عضوية تشترك في صيغة جزيئية واحدة ولكنها تختلف عن بعضها في صيغتها البنائية والخواص الكيميائية والفيزيائية.

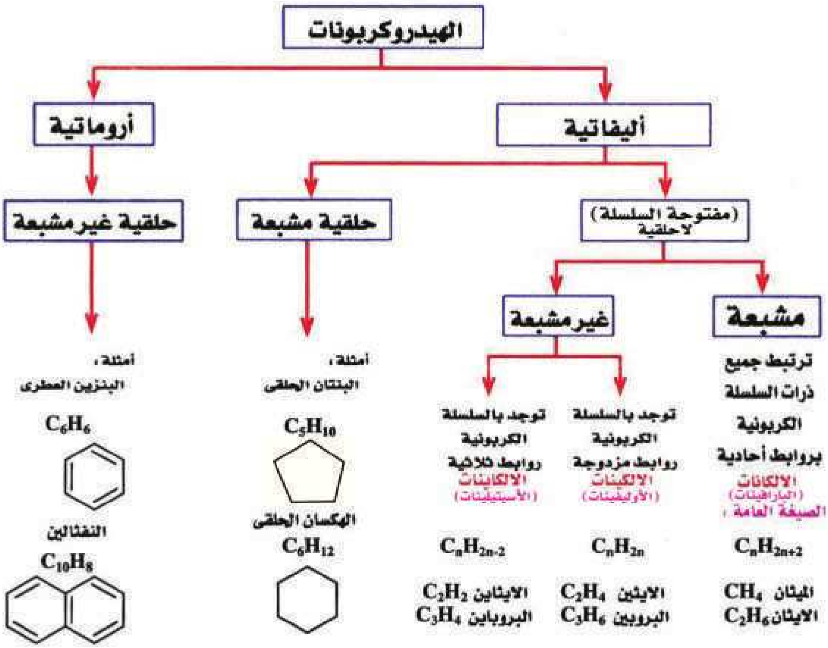
الكشف عن الكربون والهيدروجين فئ المركبات العضوية



$$C + 2\,CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$
$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

الهيدروكربونات Hydrocarbons

هي مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط .



السلسلة المتجانسة Homologous Series:

هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام وتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية مثل (درجة الغليان).

مجموعة أو شق الألكيل (-Alkyl Radical (R:

هي مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه ـ وتسمى باسم الألكان المشتقة منه باستبدال المقطع (آن) بالمقطع(يل) – ويرمز لها بالرمز (R) وصيغتها العامة C_nH_{2n+1}. ويبين الجدول التالي أمثلة لذلك:-

R-H $\xrightarrow{-H}$ (R-) ألكان — شق الكيل C_nH_{2n+2} — C_nH_{2n+1}		أمثلة
CH_4 ميثان	$-CH_3$ ميثيل	CH_3Cl كلوريد ميثيل

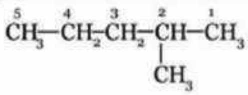
تسمية الالكانات (بنظام الايوباك):

١ ـ تحدد أطول سلسلة كربونية متصلة (سواء كانت مستقيمة أو متفرعة) ومنها يحدد اسم الألكان .

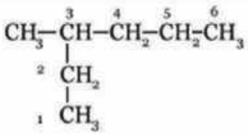
2- ترقيم ذرات الكربون:

أ ـ إذا كانت أطول سلسلة كربونية خالية من التفرعات ـ ترقم ذرات الكربون من أي طرف في السلسلة الأيمن أو الأيسر.

ب ـ إذا كانت أطول سلسلة كربونية متصلة بمجموعة ألكيل أو أي ذرات أخرى يبدأ ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب لمكان التفرع ـ وتبدأ التسمية برقم ذرة الكربون التي يخرج منها الفرع مع وضع فاصلة (،) بين كل رقمين وخط قصير (ـ) بين الرقم والاسم ـ ثم اسم الفرع ـ وتنتهى التسمية باسم الألكان.



2 - ميثيل بنتان



3 - ميثيل هكسان

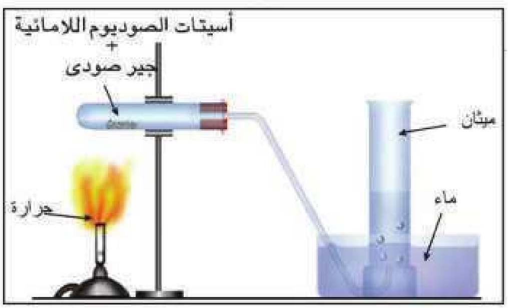
٣ ـ إذا تكررت المجموعة الفرعية في السلسلة الكربونية تستخدم المقدمات ثنائي أو ثلاثي أو رباعي للدلالة على عدد التكرار.

٤ ـ إذا كان الفرع ذرة هالوجين مثل الكلور أو البروم أو مجموعة NO_2- فيكتب اسمها منتهيا بحرف (و) فيقال كلورو أو برومو أو نيترو.

٥ ـ إذا كانت الفروع مختلفة (مجموعة ألكيل وهالوجينات مثلا) فترتب حسب الترتيب الأبجدي لأسمائها اللاتينية، بعد أن يتم الترقيم من الطرف الذي يعطى لكل الفروع أقل مجموع ممكن.

تحضير الميثان فى المختبر

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$



الخواص الكيميائية

1- الاحتراق

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$

2- التفاعل مع الهالوجينات: UV أو 400^0C

$$1-\ CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{(uv)} CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

كلوريد ميثيل
(كلورو ميثان)

$$2-\ CH_3Cl_{(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{(uv)} CH_2Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$$

ثنائي كلورو ميثان
(كلوريد الميثيلين)

$$3-\ CH_2Cl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{(uv)} CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

ثلاثي كلورو ميثان
(الكلوروفورم)

$$4-\ CHCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{(uv)} CCl_{4(l)} + HCl_{(g)}$$

رباعي كلورو ميثان
(رابع كلوريد الكربون)

استخدامات مشتقات الألكانات الهالوجينية

1 – استخدم الكلوروفورم $CHCl_3$ لمدة طويلة كمخدر ويستخدم حالياً الهالوثان $CHBrClCF_3$ وهو (2 – برومو-2-كلورو- 1,1,1– ثلاثي فلورو إيثان).

2 – يستخدم 1,1,1– ثلاثي كلورو إيثان في عمليات التنظيف الجاف.

3 – استخدمت الفريونات في اجهزة التكييف والثلاجات وكمواد دافعة للسوائل والروائح وكمنظفات للأجهزة الإلكترونية، والفريونات عبارة عن مشتقات هالوجينية للألكانات مثل CF_4 رابع فلوريد الكربون.

3 – التكسير الحراري الحفزي:

$$\underset{\text{أوكتان}}{C_8H_{18(\ell)}} \xrightarrow[\text{Catalyst}]{\text{Heat - Pressure}} \underset{\text{بيوتين}}{C_4H_{8(g)}} + \underset{\text{بيوتان}}{C_4H_{10(g)}}$$

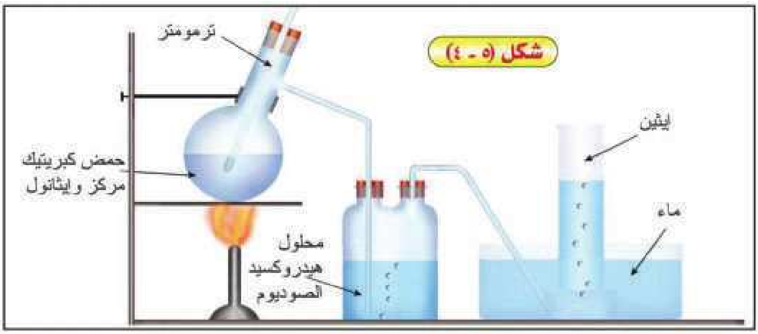
ب- الهيدروكربونات الاليفاتية غير المشبعة مفتوحة السلسلة

1- الألكينات Alkenes (الأولفينات Olifenes)

الإيثين C_2H_4 Ethene

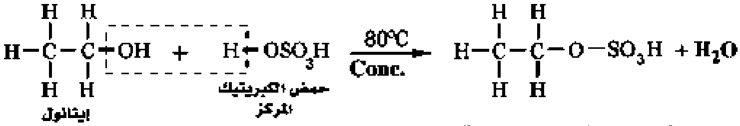
تحضير الإيثين فى المعمل

$$C_2H_5OH_{(\ell)} \xrightarrow[180^\circ C]{Conc.\ H_2SO_4} C_2H_{4(g)} + H_2O_{(v)}$$

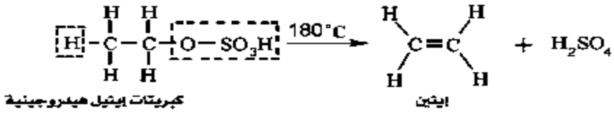


ويتم هذا التفاعل على خطوتين متتاليين:

1- يتفاعل الايثانول مع حمض الكبريتيك المركز مكونا كبريتات ايثيل هيدروجينية.



2- تتحل كبريتات الايثيل الهيدروجينية بالحرارة ويتكون الإيثين.



الخواص الكيميائية :

1- الاحتراق

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Energy$$

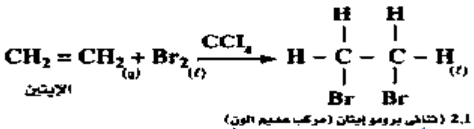
2- تفاعلات الإضافة:

أ) إضافة الهيدروجين

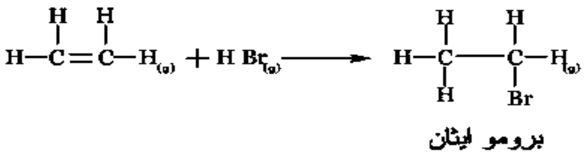
$$CH_2 = CH_{2(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150\text{-}300^\circ C]{Pt\ or\ Ni} CH_3—CH_{3(g)}$$

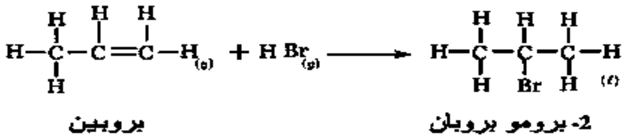
ايثين — إيثان

ب) إضافة الهالوجينات، (الهلجنة)



ج) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية) (H^+X^-):





قاعدة ماركونيكوف:

عند إضافة متفاعل غير متماثل (H^+/ X^-) أو (H^+/OSO_3H^-) إلى ألكين غير متماثل فإن الجزء الموجب (H^+) من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين والجزء السالب (X^-) يضاف الى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين.

د) أضافة الماء: (الهيدرة الحفزية)

1- إضافة الحمض إلى الإيثين:

$$CH_2{=}CH_{2(g)} + H\text{-}OSO_3H_{(aq)} \xrightarrow[80^\circ C]{\Delta} CH_3{-}CH_2\text{-}OSO_3H_{(aq)}$$

(الإيثين (الإيثيلين) — حمض الكبريتيك — كبريتات ايثل هيدروجينية

2- التحلل المائى لكبريتات الإيثيل الهيدروجينية

$$CH_3-CH_2-OSO_3H_{(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{\Delta} CH_3-CH_2-OH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$$

كبريتات إيثيل هيدروجينية — الإيثانول (كحول إيثيلى)

وبالجمع

* هيدرة حفزية

$$CH_2=CH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH_{(aq)}$$

إيثين (إيثيلين) — إيثانول (كحول إيثيلى)

3- الأكسدة:

تفاعل باير Baeyr's reaction:

عند امرار غاز الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوي يزول لون برمنجنات البوتاسيوم وهو اختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة

$$\underset{\text{ايثين}}{H_2C=CH_2} + H_2O + [O] \xrightarrow[\text{وسط قلوى}]{KMnO_4} \underset{\text{ايثيلين جليكول}}{HOCH_2-CH_2OH}$$

.

4- البلمرة : polymerization

وهناك طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة.

1- البلمرة بالإضافة: Addition polymerization

ويوضح الجدول التالي بعض مونومرات الألكينات ومشتقاتها الناتجة بالإضافة وأهم استخداماتها.

المونومر	البوليمر	الاسم التجارى	خـواصـه	اسـتـخـدامـاتـه
ايثين $H_2C=CH_2$	$-[CH_2-CH_2]_n-$ بولى ايثيلين	بولى ايثيلين (PE)	لين ويتحمل المواد الكيميائية	الرقائق والأكياس البلاستيك - الزجاجات البلاستيك - الخراطيم.
بروبين $CH_3-CH=CH_2$	$-[CH(CH_3)-CH_2]_n-$ بولى بروبلين	بولى بروبلين (PP)	قوى وصلب	السجاد - المفارش - الشكائر البلاستيك - المعلبات.
كلورو ايثين كلوريد فاينيل $CH_2=CHCl$	$-[CH_2-CHCl]_n-$ بولى كلورو ايثين	PVC بولى فاينيل كلوريد	لين وقوى	مواسير الصرف الصحى والرى - أحذية - خراطيم - عوازل الأرضيات - مياه جراكن الزيوت المعدنية
رباعى فلورو ايثين $CF_2=CF_2$	$-[CF_2-CF_2]_n-$ بولى رباعى فلورو ايثين	تفلون	يتحمل الحرارة - غير قابل للالتصاق - عازل للكهرباء وخامل	تبطين أوانى الطهى (التيفال) - خيوط جراحية.

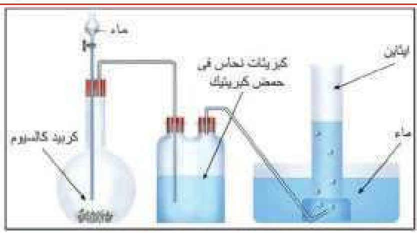
2- البلمرة بالتكاثف: Condensation polymerization

2- الألكاينات Alkynes
(الأستيلينات Acetylenes)
الإيثاين (الأستيلين) H-C≡C-H

تحضير الايثاين فى المعمل

$$CaC_{2(s)} + 2H\text{-}OH_{(\ell)} \longrightarrow H-C\equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد كالسيوم



تحضير الايثاين فى الصناعة

$$2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

خواص الإيثاين:

أ- الاحتراق

$$2C_2H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 2C_{(s)}$$

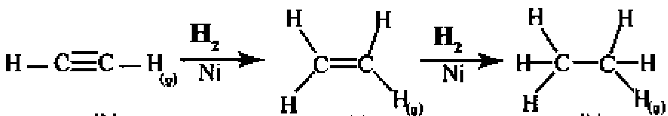
هواء جوى

$$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + Heat$$

اكسجين نقى

ب- تفاعلات الإضافة

أ- الهدرجة في وجود النيكل المجزأ:



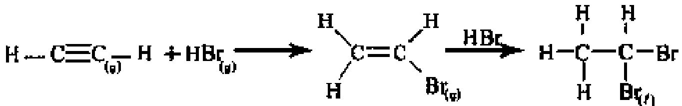
ايثاين ايثين ايثان

ب- الهلجنة

$$C_2H_{2(g)} + Br_{2(\ell)} \longrightarrow C_2H_2Br_{2(\ell)} \xrightarrow{Br_2} C_2H_2Br_{4(\ell)}$$

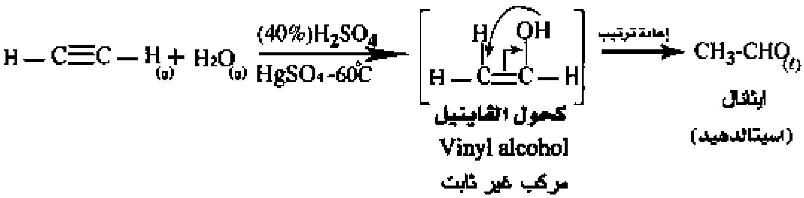
إيثاين — 1,2- ثنائي برومو ايثين — 1,1,2,2 رباعي برومو ايثان

3- إضافة الأحماض الهالوجينية أو هاليدات الهيدروجين: (HX)



1 - برومو ايثين (بروميد الفاينيل) — 1,1 ثنائي برومو ايثان

4- اضافة الماء – الهيدرة الحفزية Catalytic Hydration



ويستغل هذا التفاعل في صناعة حمض الإيثانويك وذلك بأكسدة الإيثانال (الأسيتالدهيد) وذلك لأهميته الحياتية وسوف تتعرف عليها في نهاية الباب:

$$CH_3\text{-}CHO_{(\ell)} \xrightarrow[\text{(Acidified } KMnO_4)]{[O] \text{ Oxidation}} CH_3COOH_{(\ell)}$$

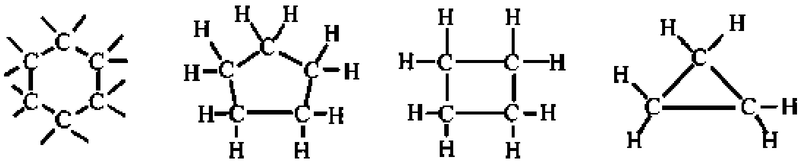
اسيتالدهيد — حمض ايثانويك

ويمكن كذلك الحصول على الإيثانول (الكحول الايثيلى) باختزال الايثانال [الاسيتالدهيد]

$$CH_3CHO_{(\ell)} \xrightarrow[\text{Reduction}]{2H} CH_3CH_2OH_{(\ell)}$$

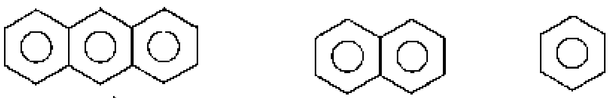
ثانيا: الهيدروكربونات الحلقية

أ- الحلقية المشبعة – الألكانات الحلقية cycloalkanes



C_6H_{12}	C_5H_{10}	C_4H_8	C_3H_6
هكسان حلقي	بنتان حلقي	بيوتان حلقي	بروبان حلقي
(سيكلو هكسان)	(سيكلو بنتان)	(سيكلو بيوتان)	(سيكلو بروبان)

ب- الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية العطرية) :



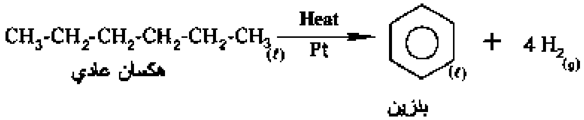
أنثراسين Anthracene — نفثالين Naphthalene — بنزين عطرى Benzene

تحضير البنزين فى الصناعة :

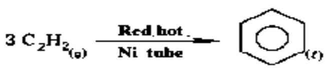
1- من قطران الفحم:

2- من المشتقات البترولية الأليفاتية:

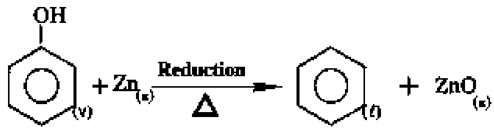
أ- من الهكسان العادي



ب- بلمرة الايثاين

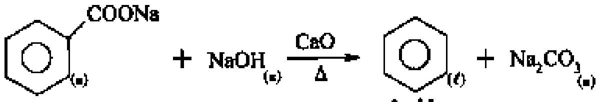


3- من الفينول



فينول   بنزين

تحضير البنزين فى المختبر



بنزوات صوديوم   بنزين

تسمية مشتقات البنزين ثنائية الإحلال:

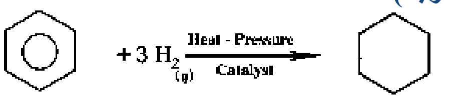
إذا كان البنزين ثنائي الإحلال فيوجد في ثلاثة متشابهات هي أرثو وميتا وبارا ويعتمد نوع الناتج على طبيعة المجموعة أو الذرة التي استبدلت ذرة الهيدروجين الأولى.

- المجموعات الموجهة للموقعين أرثو وبارا هي:
  الألكيل R - الهيدروكسيل OH - الأمينو NH_2 - والهالوجين X
- المجموعات الموجهة للموقع ميتا هي:
  الألدهيد CHO - الكيتون CO - الكربوكسيل COOH - النيترو NO_2

الخواص الكيميائية

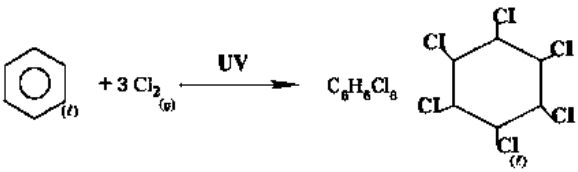
أ- تفاعلات الاضافة:

1- اضافة الهيدورجين (هدرجة)



$C_6H_{6(l)}$ بنزين $C_6H_{12(l)}$ هكسان حلقي

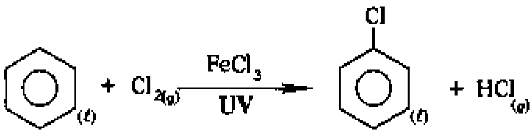
2- الهلجنة



سداسى كلورو هكسان حلقى (الجامكسان)

ب- تفاعلات الإحلال

1- الهلجنة Halogenation



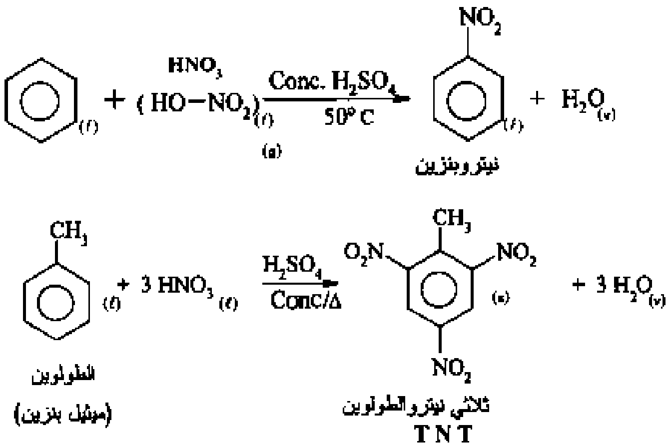
كلوروبنزين

2- الألكلة Alkylation (تفاعل فريدل – كرافت)

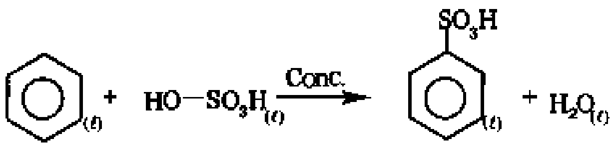


ميثيل بنزين (طولوين)

3- النيترة Nitration

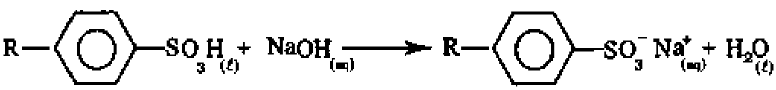


4- السلفنة Sulphonation



حمض بنزين السلفونيك

تقوم صناعة المنظفات الصناعية أساساً على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بعد معالجتها بالصودا الكاوية لنحصل على الملح الصوديومي القابل للذوبان فى الماء. ويتضح ان جزئ المنظف يتكون من جزأين (الذيل) وهو عبارة عن السلسلة الهيدروكربونية الطويلة وهي كارهة للماء hydrophobic والجزء الآخر هو الرأس وهو مجموعة متأينة وهي محبة للماء hydrophilic

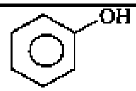


ألكيل حمض بنزين السلفونيك

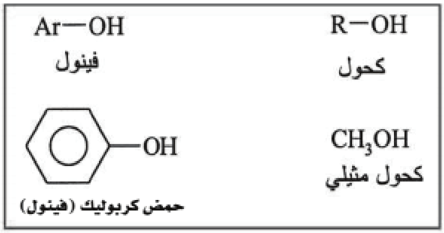
الملح الصوديومى لألكيل حمض بنزين السلفونيك (المنظف)

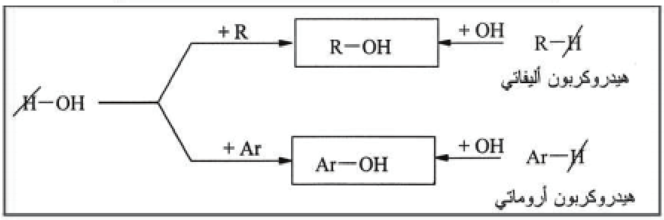
مشتقات الهيدروكربونات

أقسام المركبات العضوية والمجموعة الوظيفية المميزة لكل قسم .

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال
الكحولات	$R-OH$	الهيدروكسيل $-OH$	CH_3OH كحول مثيلي
الفينولات	$Ar-OH$	الهيدروكسيل $-OH$	 الفينول
الاثيرات	$R-O-R$	الاثيرية $-O-$	CH_3-O-CH_3 اثير ثنائي الميثيل
الالدهيدات	$R-CHO$	الفورميل $-\overset{H}{\overset{\vert}{C}}=O$	CH_3-CHO اسيتالدهيد
الكيتونات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-R$	الكربونيل $-\overset{\vert}{C}=O$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$ أسيتون
الأحماض الكربوكسيلية	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$	الكربوكسيل $-COOH$	CH_3COOH حمض الاستيك
الاسترات	$R-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OR$	الأستر $-COOR$	$CH_3COOC_2H_5$ استر اسيتات الأيثيل
الأمينات	$R-NH_2$	الأمين (أمينو) $-NH_2$	$C_2H_5NH_2$ ايثيل أمين

الكحولات و الفينولات





1) الكحولات alcohols

هناك طريقتان لتسمية الكحولات وهما:

أ- التسمية تبعا لمجموعة الألكيل (التسمية الشائعة): وتسمى فيها الكحولات تبعا لمجموعة الألكيل تسبقها كلمة كحول مثل كحول ميثيلي CH_3OH و كحول إيثيلي C_2H_5-OH

ب- التسمية تبعا لنظام الأيوباك

يشتق اسم الكحول من الالكان المقابل (المحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون) ثم تضاف النهاية (ول) مثل CH_3OH ميثانول C_2H_5OH ايثانول. ويجب عند التسمية ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف القريب لمجموعة الهيدروكسيل.

ملحوظة: في التسميات الشائعة اصطلح على أن يطلق اسم أيزو للمركب متصل السلسلة عندما تتصل ذرة الكربون الطرفية فيه بمجموعتي ميثيل وذرة هيدروجين .



كحول ايزوبروبيلي	كحول بروبيلي علاي
أو 2 -بروبانول	أو 1 -بروبانول

تصنيف الكحولات

يمكن تصنيف الكحولات بحسب عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزئ إلى أربعة انواع.

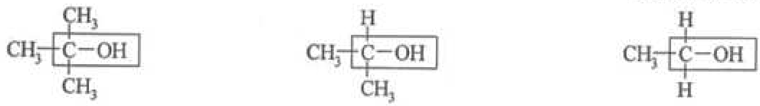
أحادية الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل	عديدة الهيدروكسيل
CH_3-OH	$C_2H_4(OH)_2$	$C_3H_5(OH)_3$	$C_6H_8(OH)_6$
الميثانول	الايثيلين جليكول	الجليسرول	السوربيتول



تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل إلى ثلاثة أنواع وذلك حسب نوع الكاربينول (ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل).

تصنيف الكحولات حسب ارتباط مجموعة الكاربينول

كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثية
تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفية أو ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتى هيدروجين.	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتى كربون وذرة هيدروجين واحدة.	ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون.



إيثانول	كحول ايزوبروبيلي ثانوى 2-بروبانول	كحول بيوتيلي ثالثى 2-ميثيل-2-بروبانول

الكحولات الأولية أحادية الهيدروكسيل مثال: الكحول الإيثيلي (الإيثانول) C_2H_5OH

طرق تحضير الايثانول فى الصناعة:

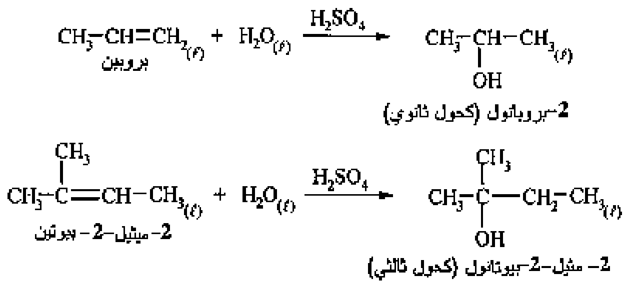
$$\underset{\text{سكروز}}{C_{12}H_{22}O_{11(s)}} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[H^{(+)}]{Hydrolysis} \underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}} + \underset{\text{فركتوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}}$$

$$\underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}} \xrightarrow[Zymase\ enzyme]{Yeast} \underset{\text{كحول ايثيلي}}{2\,C_2H_5OH_{(\ell)}} + 2\,CO_{2(g)}$$

2-هيدرة الإيثين

$$\text{منتجات بترولية} \xrightarrow{Cracking} CH_2 = CH_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[110°C]{dil.\ H_2SO_4} C_2H_5OH_{(v)}$$

ملحوظة : الإيثين هو الألكين الوحيد الذى يعطى كحول أولى بالهيدرة الحفزية - أما بقية الألكينات فتعطى كحولات ثانوية أو ثالثية (قاعدة ماركونيكوف) .



الكحول المحول (alcohol Convcrtcd):
أو السبرتو الأحمر Red Spirit

تفرض ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقي الذي تركيزه 96% للحد من تناوله في المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية واجتماعية جسيمة. ولكن نظرا للاستخدامات العديدة للإيثانول كوقود وفي كثير من الصناعات الكيماوية وكمذيب عضوي يمكن استخدامه بثمن اقتصادي بعد أن تضاف إليه بعض المواد السامة مثل الميثانول (يسبب الجنون والعمى) والبيريدين (رائحته كريهة) وبعض الصبغات لتلوينه. وهذه الاضافات لا يمكن فصلها عن الإيثانول إلا بعمليات كيميائية معقدة . بجانب أن القانون يعاقب عليها.

الطريقة العامة لتحضير الكحولات:

بتسخين هاليدات الألكيل، التي يتكون شقها الألكيلي من الشق الألكيلي للكحول المطلوب مع المحاليل المائية للقلويات القوية، فتحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد ويتكون الكحول المقابل.

$$RX + KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} R—OH + KX$$

حيث R = شق الألكيل ، X = شق الهاليد

ملحوظة: ترتب الهالوجينات حسب سهولة انتزاعها من هاليد الألكيل كما يلي، يود بروم كلور أي أن يوديدات الألكيل أسهلها في التحلل.

الخواص العامة للكحولات:

الخواص الفيزيائية: تختلف الكحولات (وخاصة المركبات الأولى منها) عن الألكانات في أن الكحولات تذوب في الماء درجة غليانها مرتفعة ويرجع ذلك لوجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي لها القدرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء أو مع بعضها.

الكحول	درجة الغليان
$C_2H_5(OH)$ إيثانول	78°C
$C_2H_4(OH)_2$ إيثلين جليكول	197°C
$C_3H_5(OH)_3$ الجليسرول	290°C

الخواص الكيميائية :

يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية للكحولات إلى ما يلي:

١ـ تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

٢ـ تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل.

٣ ـ تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول.

٤ ـ تفاعلات تشمل الجزئ كله.

1- تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل

أ) حمضية الكحولات

ذكرنا أن الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس ـ ولكن من الممكن أن تظهر لها صفة حمضية ضعيفة وذلك من تفاعلها مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم التي تحل محل ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل.

$$2ROH + 2K \longrightarrow \underset{\text{الكوكسيد البوتاسيوم}}{2ROK} + H_2$$

ب) تكوين الاستر

$$\underset{\text{حمض إيثانويك}}{CH_3-CO\boxed{OH+H}}_{(\ell)}\underset{\text{إيثانول}}{\overset{*}{O}C_2H_5}_{(\ell)} \xrightarrow[\text{Conc}]{H_2SO_4} CH_3-CO\overset{*}{O}C_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

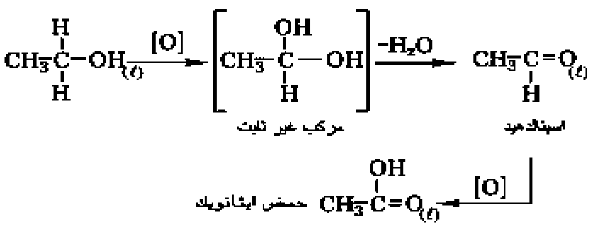
2- تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل

$$C_2H_5OH_{(\ell)} + HCl_{(\ell)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

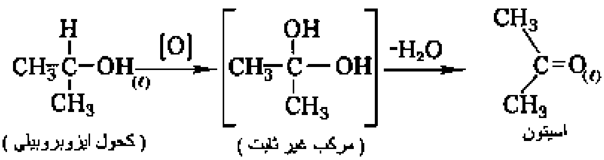
3- تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول

$$\left(-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH\right)$$

أ- أكسدة الكحولات الأولية



ب- اكسدة الكحولات الثانوية



ج- اكسدة الكحولات الثالثية

حيث ان مجموعة الكاربينول لا تتصل بذرات هيدروجين لذا فهي لا تتأكسد تحت هذه الظروف.

4- تفاعلات خاصة بجزئ الكحول كله

$$CH_3-CH_2-OH_{(\ell)} \xrightarrow[180^\circ C]{H_2SO_4\,conc.} CH_2=CH_{2(g)} + H_2O_{(v)}$$

$$\begin{matrix} C_2H_5OH \\ C_2H_5OH_{(\ell)} \end{matrix} \xrightarrow[140^\circ C]{H_2SO_4\,Conc.} C_2H_5-O-C_2H_{5(g)} + H_2O_{(v)}$$

اثير ثنائي الايثيل

الأهمية الاقتصادية للكحول الايثيلي:

١ - كمذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون وفي الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش.

٢- يستخدم في محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة وذلك لقدرته على قتل الميكروبات.

٣- يستخدم الإيثانول في صناعة الروائح العطرية والمشروبات الكحولية ويجب أن ننوه هنا إلى خطورة تناول المشروبات الكحولية لما لها من أضرار فتاكة على صحة الانسان مثل تليف الكبد وسرطان المعدة والمرئ.

٤- يخلط مع الجازولين ويستخدم كوقود للسيارات في بعض البلدان مثل البرازيل .

٥- يدخل في تكوين الكحول المحول (85% إيثانول+5% ميثانول 1% إضافات+لون9% ورائحة وماء) الذي يستخدم كوقود منزلي وفى بعض الصناعات الكيميائية.

٦- تملا به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى $50^\circ C$ - وذلك لانخفاض درجة تجمده ($-110.5^\circ C$) .

الكحولات ثنائية الهيدروكسيل:

مثال: الايثيلين جليكول $\underset{OH\quad\ OH}{CH_2-CH_2}$ ثنائي هيدروكسي إيثان

١ - يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة للتجمد.

٢- نظرا للزوجته يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة.

٣ يدخل في تحضير ألياف الداكرون ويحضر منه بوليمر بولي إيثيلين جليكول (PEG) الذى يدخل في صناعة أفلام التصوير وأشرطة التسجيل .

الكحولات ثلاثية الهيدروكسيل:

مثال: الجليسرول $\underset{OH\quad\ OH\quad\ OH}{CH_2-CH-CH_2}$ 1, 2,3 - ثلاثي هيدروكسي بروبان

١ - يستخدم كمادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل والكريمات.

٢- يدخل في صناعة النسيج لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة .

٣ - تجرى عليه عملية النيترة بواسطة خليط من حمضي الكبريتيك والنيتريك المركزين لتحضير مفرقعات النيتروجليسرين (ثلاثي نترات الجلسرين).

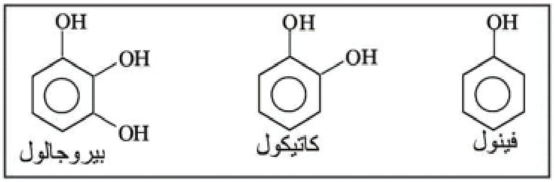
$$\begin{matrix} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH_{(\ell)} \end{matrix} + 3HO-NO_{2(\ell)} \xrightarrow[H_2SO_4]{Conc./\Delta} \begin{matrix} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_{2(\ell)} \end{matrix} + 3H_2O_{(v)}$$

كما يستخدم النيتروجليسرين أيضا لتوسيع الشرايين في علاج الأزمات القلبية.

المركبات عديدة الهيدروكسيل

CH_2-OH | $C=O$ | $(CHOH)_3$ | CH_2-OH الصيغة البنائية المكثفة للفركتوز	CHO | $(CHOH)_4$ | CH_2OH الصيغة البنائية المكثفة للجلوكوز

الفينولات Phenols

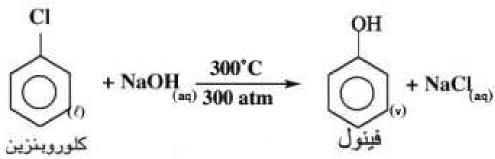


الفينول (حمض الكربوليك) C_6H_5-OH

طرق الحصول على الفينول:

١ ـ من التقطير التجزيئي لقطران الفحم.

٢ ـ من المركبات الهالوجينية الأروماتية بتحليلها مائيا وذلك بتسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم في درجة حرارة مرتفعة 300^oC وضغط عال 300 atm.

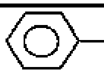
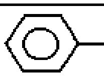
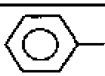


الخواص الفيزيائية:

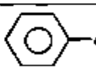
الفينول مادة صلبة كاوية للجلد له رائحة مميزة ـ ينصهر عند $43^\circ C$ شحيح الذوبان في الماء ويزداد ذوبانه في الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج به تماما عند $65^\circ C$.

الخواص الكيميائية

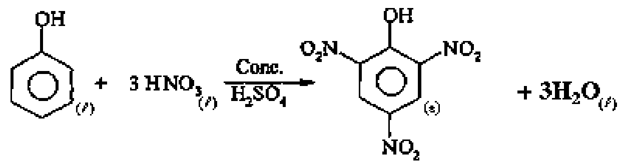
1- حامضية الفينول مقارنة بالكحول:

	الكحول R—OH	الفينول —OH
أ - مع الصوديوم	RONa + H_2	—ONa + H_2
ب-مع هيدروكسيد الصوديوم	لا يتفاعل	—ONa + H_2O

2- تفاعل الفينول مع الاحماض الهالوجينية مقارنة بالكحول.

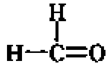
مع HCl	الكحول $R-OH + HC\ell \longrightarrow RCl + H_2O$	—OH الفينول لا يحدث تفاعل لقوة الرابطة بين الأكسجين وحلقة البنزين

3- نيترة الفينول



ثلاثي نيتروفينول
حمض بكريك

5 - مع الفورمالدهيد



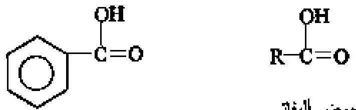
يتفاعل الفورمالدهيد مع الفينول وذلك بخلطهما في وسط حمضي أو قاعدي ويكونان معا بوليمر مشترك Copolymers ثم تجرى عملية بلمرة بالتكاثف ليتكون بوليمر الباكليت .

الكشف عن الفينول

1- عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول الفينول في الماء يتكون لون بنفسجي.
2- عند إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول فى الماء يتكون راسب أبيض.

الاحماض الكربوكسيلية
Carboxylic Acids

قد تتصل مجموعة الكربوكسيل بمجموعة ألكيل لتكون الأحماض الأليفاتية. وإذا اتصلت مجموعة الكربوكسيل بحلقة بنزين مباشرة يتكون حمض أروماتى.

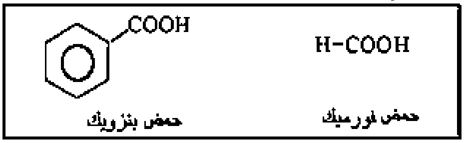


حمض أروماتي — حمض اليفاتي

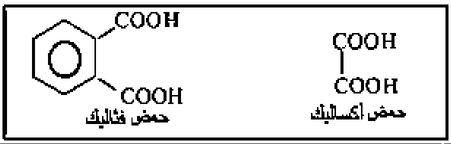
ويطلق على الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل ـ الأحماض الدهنية. نظرا لأن عددا كبيرا من هذه الأحماض يوجد في الدهون على هيئة استرات مع الجليسرين.
مجموعة الكربوكسيل المميزة للأحماض العضوية مجموعة مركبة من مجموعتي الكربونيل ($\diagup$C=O) والهيدروكسيل (OH-)

<u>انواع الاحماض الكربوكسيلية:</u>

أحماض أحادية الكربوكسيل : (أحادية القاعدية)



أحماض ثنائية الكربوكسيل : (ثنائية القاعدية)



التسمية الشائعة:

تسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسمائها الشائعة المشتقة من الاسم اللاتيني أو الإغريقي للمصدر الذي حضرت منه.

التسمية تبعا للأيوباك:

بالرغم من أن التسمية الشائعة للأحماض هي الأكثر استخداماً عن بقية جميع المركبات العضوية الأخرى إلا أنه عند تسمية الحمض تبعا للأيوباك يشتق اسم الحمض من الألكان المقابل الذي يحتوى على نفس عدد ذرات الكربون بإضافة المقطع (ويك) إلى نهاية اسم الالكان.
ويوضح الجدول التالي بعض الاحماض الكربوكسيلية واسمائها الشائعة واسمائها تبعا لنظام الأيوباك

الصيغة	اسم الحمض تبعا لمصدره	الألكان المقابل الذى فيه نفس عدد ذرات الكربون	اسم الحمض تبعا للأيوباك
$HCOOH$	حمض الفورميك النمل (Formica)	الميثان	حمض ميثانويك
CH_3COOH	حمض الأستيك الخل (Acetum)	الايثان	حمض ايثانويك
C_3H_7COOH	حمض البيوتيريك الزبدة (Butter)	البيوتان	حمض بيوتانويك
$C_{15}H_{31}COOH$	حمض البالمتيك زيت النخيل (Palm Oil)	هكسا ديكان به 16 ذرة كربون	هكسا يكانويك

حمض الأسيتيك :

1- الطريقة الحيوية:

يحضر حمض الأستيك (الخل) في مصر بأكسدة المحاليل الكحولية المخففة بواسطة أكسجين الهواء في وجود البكتريا التي تعرف ببكتريا الخل .

2- تحضيره من الأستيلين:

يحضر حمض الأسيتيك في الصناعة على نطاق واسع بالهيدرة الحفزية للأستيلين فينتج الأسيتالدهيد الذي يتأكسد بدوره إلى الحمض بسهولة .

$$\underset{\text{أستيلين}}{HC\equiv CH_{(g)}} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[HgSO_4\,(60^\circ C)]{H_2SO_4\,(40\%)} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3-\overset{\overset{\large H}{|}}{C}=O_{(\ell)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض أسيتيك}}{CH_3-\overset{\overset{\large OH}{|}}{C}=O_{(\ell)}}$$

الخواص العامة للأحماض الأليفاتية

الخواص الفيزيائية: درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الكحولات التي تتساوى معها في الكتلة الجزيئية ويرجع ذلك إلى أن جزئ الحمض يرتبط مع جزئ الحمض برابطتين هيدروجينيتين.

الحمض	الكتلة الجزيئية	درجة الغليان	الكحول	الكتلة الجزيئية	درجة الغليان
الفورميك	46	100°C	الإيثانول	46	78°C
الأستيك	60	118°C	البروبانول	60	98°C

الخواص الكيميائية: 1 - خواص تعزى إلى أيون الهيدروجين

$$2\,CH_3COOH_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg_{(aq)} + H_{2(g)}$$

اسيتات ماغنسيوم

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$$

اسيتات صوديوم

2- خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل:

تكوين الاسترات: تتفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات لتكوين الإستر والماء.

$$R-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-OH + H-OR \xrightarrow[Conc.]{H_2SO_4} R-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-OR + H_2O$$

3- خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل:

تختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة الهيدروجين في وجود عامل حفاز مثل كرومات النحاس II عند درجة $200^\circ C$ ، ويمكن تحضير الإيثانول من حمض الأسيتيك بهذه الطريقة. ويعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات إلى أحماض.

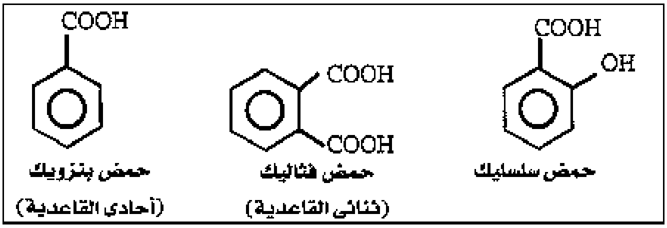
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-OH_{(aq)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow[200^\circ C]{CuCrO_4} CH_3CH_2OH_{(v)} + H_2O_{(v)}$$

الكشف عن حمض الاستيك

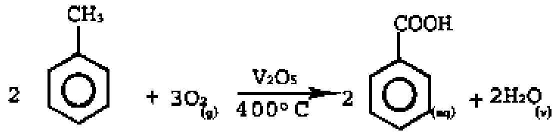
1- كشف الحامضية

2- كشف تكوين الإستر(الأسترة)

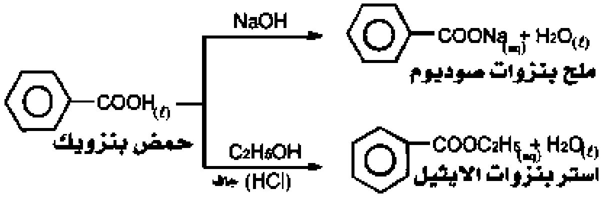
الاحماض الكربوكسيلية الأروماتية



و يمكن تحضير حمض البنزويك بأكسدة الطولوين



والأحماض الأروماتية عامة أقوى قليلا من الأحماض الأليفاتية وأقل ذوباناً في الماء وأقل تطايراً، وتفاعلات مجموعة الكربوكسيل تشبه تلك الموجودة في الأحماض الأليفاتية ويتمثل ذلك في تكوين أملاح مع الفلزات أو هيدروكسيداتها أو كربوناتها وتكوين إسترات مع الكحولات.



الأحماض العضوية فى حياتنا:

1- **حمض الفورميك:** صبغات – مبيدات حشرية – عطور – عقاقير – بلاستيك

2- **حمض الأسيتيك:** خل – حرير صناعي – صبغات – مبيدات حشرية – إضافات غذائية

3- **حمض البنزويك:** تستخدم بنزوات الصوديوم 0.1% كمادة حافظة لأنها تمنع نمو الفطريات على الأغذية.

4- **حمض الستريك:**
يمنع نمو البكتريا على الأغذية لأنه يقلل الرقم الهيدروجيني pH ويضاف إلى الفاكهة المجمدة ليحافظ على لونها وطعمها.

```
    H
    |
 H- C -COOH
    |
HO- C -COOH
    |
 H- C -COOH
    |
    H
```

5- **حمض اللاكتيك:**

```
        OH
        |
CH3 - CH-COOH
```

6- **حمض الأسكوربيك (فيتامين ج):**
ويؤدي نقصه إلى تدهور بعض الوظائف الحيوية في الجسم وإلى الإصابة بمرض الإسقربوط والذي من أعراضه نزيف اللثة وتورم المفاصل.

7- **حمض السلسليك:** تحضير الأسبرين - تصنع منه كثير من مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد لإعطائه النعومة أو للحماية من أشعة الشمس وفي القضاء على الثآليل الجلدية وحب الشباب.

8- **الأحماض الأمينية:**

$$NH_2 + H\text{-}CH_2COOH \rightarrow NH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$$

Anino group — Acetic acid — Glycine (amino acetic acid)

تتميز الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات بأنها جميعاً من النوع ألفا أمينو أي أن مجموعة الأمينو متصلة بذرة الكربون ألفا وهي التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة. وتعتبر البروتينات بوليمرات للأحماض الأمينية.

```
       ∝
R -  CH - COOH
      |
     NH2
```

الإسترات

الاسترات هى نواتج اتحاد الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات ويمثل ذلك بالمعادلة العامة

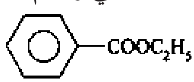
$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\boxed{OH + H}\,OR \rightleftharpoons R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR + H_2O$$

حامض — كحول — إستر

ويسمى الإستر باسم الشق الحامضي واسم الألكيل من الكحول ويتضح ذلك من الأمثلة الآتية

$HCOOCH_3$ (فورمات الميثيل) ميثانوات الميثيل

$CH_3COOCH_2CH_3$ (أسيتات الإيثيل) إيثانوات الإيثيل



بنزوات الإيثيل

والطريقة المباشرة لتحضير الإستر هي بتفاعل الحامض الكربوكسيلي مع الكحول فمثلا يتكون أسيتات الإيثيل بتفاعل حامض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي

$$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

حامض أستيك — كحول الإيثيل — أسيتات الإيثيل

الخواص الفيزيائية

الكتلة الجزيئية		الحمض	الكحول	الاستر
60		CH_3COOH	C_3H_7OH	$HCOOCH_3$
	درجة الغليان	118°C	97.8°C	31.8°C
74		C_2H_5COOH بروبيونيك	C_4H_9OH بيوتانول	CH_3COOH_3 اسيتات ميثيل
	درجة الغليان	141°C	118°C	57°C

الخواص الكيميائية :

١ ـ **التحلل المائي:** ينتج من التحلل المائي للإستر كحول وحمض أو بعبارة أخرى فإن هذا التفاعل عكس عملية الأسترة السابقة.

$$R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OR + H_2O \longrightarrow R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OH + R\,OH$$

أ ـ ويمكن اتمام هذا التحلل المائي باستخدام حمض معدني مخفف كعامل مساعد ويسمى (التحلل المائي الحمضي) .

$$H_3C-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OC_2H_{5(\ell)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{H^+} CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(\ell)}$$

ب ـ وكذلك يمكن إجراء التحلل المائي بالتسخين مع قلوي مائي حيث يتكون الكحول وملح الحمض ويسمى (التحلل المائي القاعدي) أو التصبن (حيث أن الصابون هو أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية) .

$$\underset{\text{أسيتات أيثيل}}{CH_3COOC_2H_{5(\ell)}} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{أسيتات صوديوم}}{CH_3COONa_{(aq)}} + C_2H_5OH_{(\ell)}$$

$$\underset{\text{بنزوات الأيثيل}}{C_6H_5COOC_2H_{5(\ell)}} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{بنزوات صوديوم}}{C_6H_5COONa_{(aq)}} + C_2H_5OH_{(\ell)}$$

٢ ـ **التحلل بالأمونيا:** تتفاعل الإسترات مع الأمونيا لتكون آميد الحمض والكحول (التحلل النشادري).

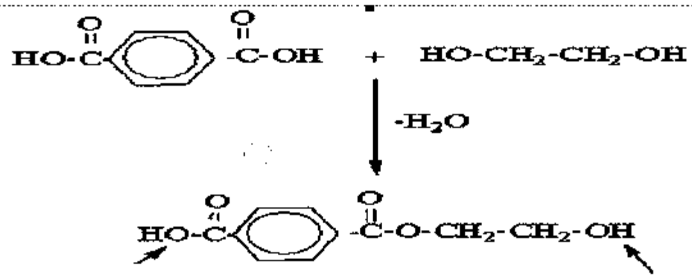
$$\underset{\text{أسيتات الأيثيل}}{CH_3-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OC_2H_{5(\ell)}} + NH_{3(g)} \longrightarrow \underset{\text{أسيتاميد}}{CH_3-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NH_{2(\ell)}} + C_2H_5OH_{(\ell)}$$

$$\underset{\text{بنزوات الأيثيل}}{C_6H_5-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OC_2H_{5(\ell)}} + NH_{3(g)} \longrightarrow \underset{\text{بنزاميد}}{C_6H_5-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NH_{2(\ell)}} + C_2H_5OH_{(\ell)}$$

الاسترات كزيوت ودهون:

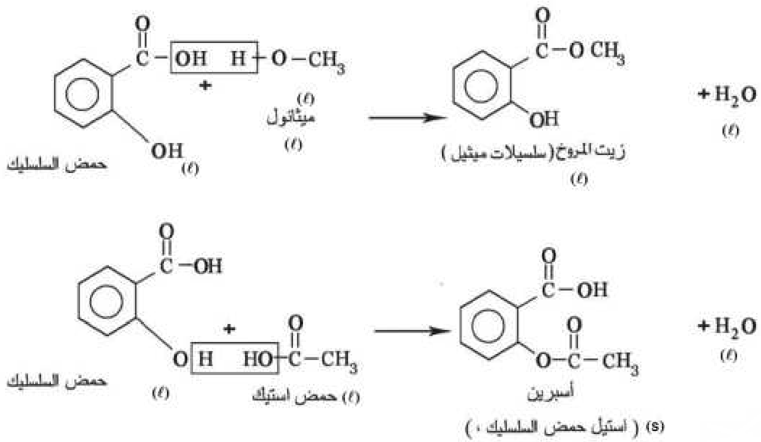
$$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CH\ \ OH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} + \begin{matrix} HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_1 \\ HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_2 \\ HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_3 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} CH_2\text{-}O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_1 \\ | \\ CH\text{-}O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_2 \\ | \\ CH_2\text{-}O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R_3 \end{matrix} + 3\,H_2O$$

الاسترات كبوليمرات:



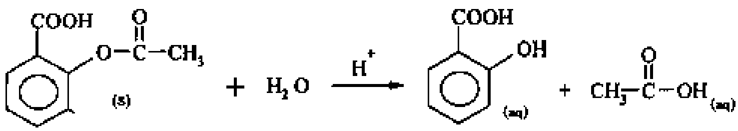
الاسترات كعقاقير طبية:

تستخدم الإسترات العضوية في عمل كثير من العقاقير وأشهرها وأبسطها هو الأسبرين وزيت المروخ (الذي يستخدم كدهان موضعي حيث يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية).
والحمض العضوي المستخدم في تحضير هذين العقارين هو حمض السلسليك الذى يحتوي على مجموعتي الكربوكسيل والهيدروكسيل ويمكنه أن يتفاعل كحمض أو كحول (فينول) ويتبين ذلك من التفاعلات التالية:



الأسبرين :

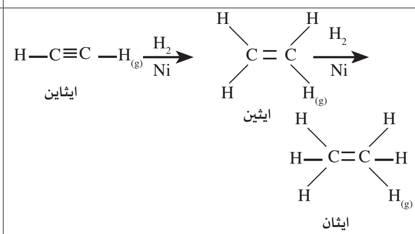
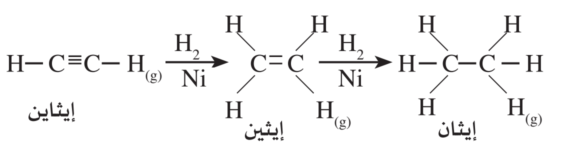
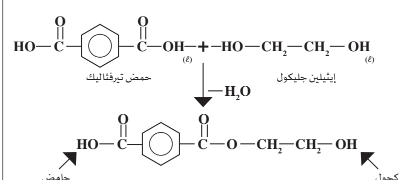
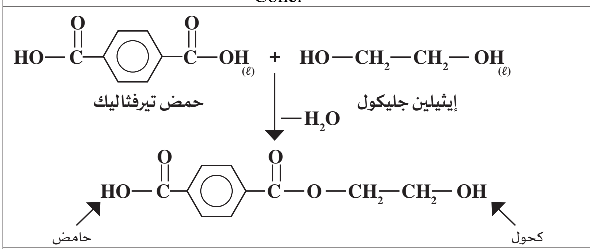
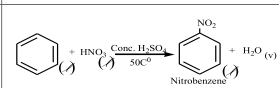
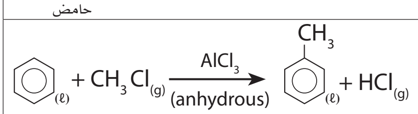
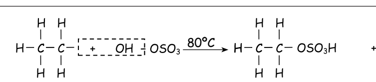
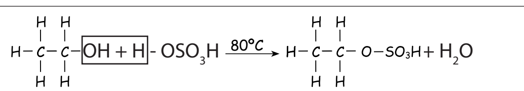
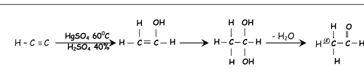
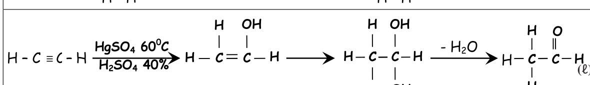
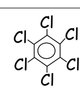
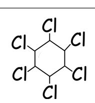
يتحلل الأسبرين في الجسم لينتج حمض السلسليك وحمض الأسيتيك .



وهي أحماضا تسبب تهيجا لجدار المعدة وقد تسبب قرحة للمعدة ـ لذا ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء. وهناك أنواع من الأسبرين تكون مختلطة بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم لتعادل الحموضة الناتجة.

التصويبات الخاصة بالكيمياء طبقًا لأرقام الصفحات بكتاب المفاهيم علمى علوم

الصفحة	الخطأ	التصويب
133	$2FeO_{3(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$ (69.6٪ حديد)	$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$ (69.6٪ حديد)
133	$2Fe_2O_3 3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O_{(2)}$ (40٪ حديد) (69.6٪ حديد)	$2Fe_2O_3 . 3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$ (40٪ حديد) (69.6٪ حديد)
133	$4P_{(s)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2PO_{5(g)}$	$4P_{(s)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_{5(s)}$
133	$3CO_{(g)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_{(S)} + 3CO_{2(s)}$	$3CO_{(g)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow[700^{o}C]{\text{أعلى من}} 2Fe_{(S)} + 3CO_{2(g)}$
133	$2CH_{4(s)} + CO_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$	$2CH_{4(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(v)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$
133	$2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(s)} + 3H_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} 4Fe_{(s)} + 3CO_{2(s)} + 3H_2O_{(s)}$	$2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 4Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(v)}$
134	$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(s)} \xrightarrow{500^{5}C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(s)}$	$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^{o}C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$
134	$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_3Cl_{3(s)}$	$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$
135	$Fe_{(s)} + H_2SO_{2(g)} \xrightarrow{dil} FeSO_{(aq)} + H_{2(g)}$	$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$
135	$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_{2(s)}$	$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
135	$3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{} Fe_3SO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{2(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(s)}$	$3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(v)}$
135	$\begin{matrix} COO \\ \vert \\ COO \end{matrix} \rangle Fe \xrightarrow[\text{معزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)}$	$\begin{matrix} COO \\ \vert \\ COO_{(s)} \end{matrix} \rangle Fe \xrightarrow[\text{معزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)}$
135	$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(s)} \xrightarrow{400/700^{5}C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(s)}$	$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400/700^{o}C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$
135	$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(s)} \xrightarrow{400/700^{5}C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(s)}$	$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400/700^{o}C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(v)}$
135	$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_3O_{3(s)}$	$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$
135	$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	$FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$
135	$2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow{700^{O}C\ \text{أعلى من}} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)}$	$2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow{200^{o}C\ \text{أعلى من}} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$
135	$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{2(g)}$	$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$
135	$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$	$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$
135	$Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(s)}$	$Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(v)}$
135	$2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(g)}$	$2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(s)}$

136	2- التحليل (الكيفي) Quantitative Analysis	2- التحليل (الكمي) Quantitative Analysis
138	أبخرة اليود تهظر بلونها	أبخرة اليود تظهر بلونها
139	$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4NO_{(s)}$	$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$
139	محلول ملح النحاس II $CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(al)} + CuS_{(s)}$	محلول ملح النحاس II $CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$
145	عصير العنب 3.5 عصير الطماطم 4	عصير العنب 4 عصير الطماطم 4.2
146	$PbBr_{2(aq)}$ (آخر الصفحة)	$PbBr_{2(s)}$
147	$Cr \rightleftharpoons Cr^{2+} + 3e^-$ (فى المتسلسلة)	$Cr \rightleftharpoons Cr^{2+} + 2e^-$
149	$Fe(OH)_{2(s)}$ (المعادلة 3)	$2Fe(OH)_{2(s)}$
153	C_aH_{2n-2} C_nH_{2n} C_aH_{2n+2}	C_nH_{2n-2} C_nH_{2n} C_nH_{2n+2}
158		
164	$CH_3-C(CH_3)=CH-CH_{3(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_{3(l)}$ 2-ميثيل-2-بيوتين — 2- مثيل-2-بيوتانول (كحول ثالثى)	$CH_3-C(CH_3)=CH-CH_{3(l)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_{3(l)}$ 2 – ميثيل – 2 – بيوتين — 2 – ميثيل – 2 – بيوتانول (كحول ثانوي)
170	$R-C(OR)-OH + H-OR \xrightarrow[Conc.]{H_2SO_4} R-C(OR)-OR + H_2O$	$R-C(=O)-OH + H-OR \xrightarrow[Conc.]{H_2SO_4} R-C(=O)-OR + H_2O$
173		
215		
250	molecular	moléculaire
250	Ka de $CH_3COOH = 1,8\times10^{-4}$	Ka de $CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$
253	Hydroxyde de baryum $Ba(OH)_2 \longrightarrow K^+$	تحذف
265		
269		
271		


موقع الدكتور
محمد رزق
التعليمي
امسح الباركود بالموبيل لتثبيت
التطبيق وتحميل كل الملازم مجانا وبسرعه
MR
حمل التطبيق الأن
GET IT ON
Google Play
ملازم ابتدائي
ملازم اعدادي
ملازم ثانـــوي
كورسات ونتائج امتحانات
موقع الدكتور محمد رزق
Dr.Mo.RizK